

Школа **неразрушающего контроля и безопасности**
 Направление подготовки **12.03.01 Приборостроение**
 Отделение **электронной инженерии**

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Установщик SMD компонентов на печатные платы

УДК 621.382.049.77.002

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Б5В	Чубиков Артем Максимович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	А.Н. Гормаков	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Креницына Зоя Васильевна	К.Т.Н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Гуляев Милий Всеволодович			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	А.Н. Гормаков	К.Т.Н.		

Планируемые результаты обучения

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
	<i>Профессиональные компетенции</i>
P1	Применять современные базовые и специальные естественнонаучные, математические и инженерные знания для разработки, производства, отладки, настройки и аттестации средств приборостроения с использованием существующих и новых технологий, и учитывать в своей деятельности экономические, экологические аспекты и вопросы энергосбережения
P2	Участвовать в технологической подготовке производства, подбирать и внедрять необходимые средства приборостроения в производство, предварительно оценив экономическую эффективность техпроцессов; принимать организационно-управленческие решения на основе экономического анализа
P3	Эксплуатировать и обслуживать современные средств измерения и контроля на производстве, обеспечивать поверку приборов и прочее метрологическое сопровождение всех процессов производства и эксплуатации средств измерения и контроля; осуществлять технический контроль производства, включая внедрение систем менеджмента качества
P4	Использовать творческий подход для разработки новых оригинальных идей проектирования и производства при решении конкретных задач приборостроительного производства, с использованием передовых технологий; критически оценивать полученные теоретические и экспериментальные данные и делать выводы; использовать основы изобретательства, правовые основы в области интеллектуальной собственности
P5	Планировать и проводить аналитические, имитационные и экспериментальные исследования по своему профилю с использованием новейших достижения науки и техники, передового отечественного и зарубежного опыта в области знаний, соответствующей выполняемой работе
P6	Использовать базовые знания в области проектного менеджмента и практики ведения бизнеса, в том числе менеджмента рисков и изменений, для ведения комплексной инженерной деятельности; уметь делать экономическую оценку разрабатываемым приборам, консультировать по вопросам проектирования конкурентоспособной продукции
	<i>Универсальные компетенции</i>

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P7	Понимать необходимость и уметь самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности
P8	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена команды по междисциплинарной тематике, а также руководить командой, демонстрировать ответственность за результаты работы
P9	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инженерной деятельности
P10	Ориентироваться в вопросах безопасности и здравоохранения, юридических и исторических аспектах, а так же различных влияниях инженерных решений на социальную и окружающую среду
P11	Следовать кодексу профессиональной этики, ответственности и нормам инженерной деятельности

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа **неразрушающего контроля и безопасности**
 Направление подготовки **12.03.01 Приборостроение**
 Отделение **электронной инженерии**

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП

_____ А.Н. Гормаков
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
1Б5В	Чубиков Артем Максимович

Тема работы:

Установщик SMD компонентов на печатные платы	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	23.11.2018, 10356/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	11.06.2019
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Установщик SMD компонентов на печатные платы предназначен для работы в условиях мелкосерийного и опытного производства. - Вариант исполнения: настольный; - Размеры ПП: от 20 x 20 до 200 x 280 мм; - Габариты: не более 600 x 600 x 600 мм; - Вес: не более 50 кг; - Точность позиционирования: ± 30 мкм; - Производительность: 900 комп./час; - 10 питателей ленточного типа и лоток для компонентов Россыпью;
--	--

	<ul style="list-style-type: none"> - Стоимость: не более 350 тыс. руб.; - Электропитание: 220В 50 Гц; - Установщик должен быть укомплектован ЗИП.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Обзор существующих установщиков SMD компонентов, их анализ; - Выбор прототипа; - Кинематическая схема; - Структурная схема; - Принцип действия; - Разработка и конструирование установщика SMD компонентов; - Выбор компонентов; - Синтез электрической схемы; - Программное обеспечение; - Экспериментальная проверка системы управления перемещением головки по одной оси; - Оценка технологичности установщика; - Разработка технологического процесса сборки установщика; - Заключение.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Чертеж общего вида установщика; - Схема электрическая принципиальная; - Рабочий чертеж детали.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Криницына Зоя Васильевна
Раздел «Социальная ответственность»	Гуляев Милий Всеволодович
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	26.11.2018
---	------------

Задание выдал руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Гормаков Анатолий Николаевич	К.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Б5В	Чубиков Артем Максимович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
1Б5В	Чубиков Артем Максимович

Школа		Отделение школы (НОЦ)	
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Приборостроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	- Проект выполняется в кабинете ТПС ИШНКБ - В реализации проекта задействованы 2 человека руководитель проекта, инженер
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	- Данная НИР новая, следовательно, нормы и нормативы расходования ресурсов отсутствуют - Минимальный размер оплаты труда (на 2018 год) составляет 11163 руб.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	- Согласно п.3 п.п.16 ст. 149 НК РФ данная НИР не подлежит налогообложению - Отчисления во внебюджетные фонды – 27,1 % от ФОТ - Накладны расходы – 16% от суммы прямых расходов

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	- Техничко-экономическое обоснование научно-исследовательской работы
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	- Планирование работ по научно-техническому исследованию; - Смета затрат на разработку исследования
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	- Оценка научно-технического уровня исследования, а также сравнительной экономической эффективности

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. График проведения и бюджет НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	26.11.2018
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Криницына Зоя Васильевна	К.Т.Н., ДОЦЕНТ		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Б5В	Чубиков Артем Максимович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
1Б5В	Чубиков Артем Максимович

Школа	Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности	Отделение школы (НОЦ)	Электронной инженерии
Уровень образования	Бакалавр	Направление	12.03.01 Приборостроение

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования	Объект исследования – установщик SMD компонентов на печатные платы Рабочая зона – 4 корпус, 208 аудитория (аудитория) Оборудование – ПЭВМ.
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	Рассмотреть специальные правовые нормы трудового законодательства; организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны (4 корпус, 208 аудитория).
2. Производственная безопасность 2.1. Анализ потенциально возможных вредных и опасных факторов на рабочем месте в 208 аудитории 4 корпуса. 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия выявленных вредных факторов и опасных факторов. 2.3. Обоснование мероприятий по снижению воздействия выявленных опасных факторов.	Проанализировать потенциально возможные вредные и опасные факторы (ссылаясь на соответствующий нормативно-технический документ) при разработке установщика SMD компонентов на ПП в 208 аудитории 4 корпуса: – поражение электрическим током; – неудовлетворительное освещение; – повышенные уровни шума; – повышенные уровни электромагнитных полей (ЭМП);
3. Экологическая безопасность	– анализ воздействия объекта на литосферу (отходы, утилизация компьютерной техники и периферийных устройств); – решение по обеспечению экологической безопасности.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	– Анализ возможных ЧС при разработке установщика SMD компонентов на ПП в 208 аудитории 4 корпуса; – анализ наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. – Пожаровзрывоопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

26.11.2018

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень,	Подпись	Дата
-----------	-----	-----------------	---------	------

		звание		
Старший преподаватель отделения общетехнических дисциплин	Гуляев Милий Всеволодович			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Б5В	Чубиков Артем Максимович		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа **неразрушающего контроля и безопасности**

Направление подготовки **12.03.01 Приборостроение**

Уровень образования **бакалавриат**

Отделение **электронной инженерии**

Период выполнения _____ (осенний / весенний семестр 2018 /2019 учебного года)

Форма представления работы:

бакалаврская работа

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	11.06.2019
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
20.02.19	Разработка технического задания	5
15.03.19	Изучение литературы	10
30.03.19	Расчет и выбор элементарной базы	15
30.03.19	Синтез схемы электрической принципиальной	10
01.04.19	Подбор программного обеспечения	10
08.04.19	Компоновка устройства	20
10.04.19	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	10
20.04.19	Социальная ответственность	10
29.05.19	Написание итогового отчета	10

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	А.Н. Гормаков	К.Т.Н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	А.Н. Гормаков	К.Т.Н.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 120 с., 47 рис., 21 табл., 32 источников, 5 прил.

Ключевые слова: установщик компонентов, поверхностный монтаж, SMD компоненты, печатная плата, шаговый двигатель.

Объектом исследования является установщик SMD компонентов на печатные платы.

Цель работы - спроектировать установщик SMD компонентов на печатные платы для условий мелкосерийного и опытного производства.

В процессе исследования проведен обзор существующих установщиков SMD компонентов, их кинематических схем и конструкций. Проанализирован принцип действия.

Разработан установщик SMD компонентов на печатные платы, со следующими характеристиками:

- ✓ размеры ПП: от 20 x 20 до 200 x 280 мм;
- ✓ габариты: не более 530 x 545 x 450 мм;
- ✓ вес: не более 40 кг;
- ✓ точность позиционирования: ± 24 мкм;
- ✓ производительность: 900 комп./час;
- ✓ 10 питателей ленточного типа и лоток для компонентов россыпью.

Степень внедрения: Стадия разработки эскизного проекта

Область применения: поверхностный монтаж SMD компонентов

Экономическая эффективность значимость работы повышение надежности и снижение стоимости установщика SMD компонентов на печатные платы

В будущем планируется создание экспериментального образца установщика SMD компонентов на печатные платы.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

Печатная плата (ПП): Изоляционное основание с нанесенными на его поверхность плоскими печатными проводниками, монтажом или печатной схемой.

Установщик SMD компонентов: Устройство, предназначенное для осуществления автоматической установки SMD компонентов на печатную плату в процессе производства электронных узлов.

SMD компоненты: Компоненты электронной схемы, нанесённые на печатную плату с использованием технологии монтирования на поверхность.

Шаговый двигатель: Вращающийся электродвигатель с дискретными угловыми перемещениями ротора, осуществляемыми за счет импульсов сигнала управления.

Ременная - зубчатая передача: Передача механической энергии при помощи гибкого элемента – приводного ремня, за счёт сил зацепления (зубчатые ремни).

Исполнительный механизм: Устройство в системе автоматического регулирования и управления, непосредственно осуществляющее механическое перемещение (или поворот) регулирующего органа объекта управления.

Оглавление

Введение	15
1 Обзор существующих установщиков SMD компонентов, их анализ. Выбор прототипа. Принцип действия	16
1.1 Обзор существующих установщиков SMD компонентов, их анализ. Выбор прототип	16
1.2 Принцип действия	22
1.3 Структурная схема	22
2 Расчет и выбор элементов	24
2.1 Кинематическая схема	24
2.2 Выбор компонентов	25
2.2.1 Двигатель	26
2.2.2 Муфта	27
2.2.3 Шкив и ремень	27
2.2.4 Крепежный кронштейн	29
2.2.5 Каретка	31
2.2.6 Исполнительный механизм	31
2.2.7 Направляющие и оси	34
2.2.8 Плата управления	34
2.2.9 Концевые выключатели	35
2.2.10 ЖК-дисплей	36
2.2.11 Пластиковая стяжка	37
2.2.12 Блок питания	37
2.2.13 Питатели	38
2.2.14 Камера	39
2.2.15 Корпус	41
2.2.16 Клей	42
3. Разработка и конструирование установщика SMD компонентов	43
3.1 Синтез электрической схемы	43

3.2 Программное обеспечение	46
3.3 Описание конструкции установщика	51
3.4 Оценка технологичности изделия как сборочной единицы	53
3.5 Проверка работоспособности (для одной из осей перемещения)	56
3.6 Точность позиционирования	59
3.7. Расчет производительности установщика	60
3.8 Заключение по разделу	61
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	62
4.1 Потенциальные потребители результатов исследования	62
4.2 SWOT – анализ	62
4.3 Структура работ в рамках научного исследования	64
4.4 Определение трудоемкости выполнения работ	65
4.5 Разработка графика проведения НТИ	66
4.6 Бюджет научно-технического исследования	69
4.7 Расчет материальных затрат НТИ	70
4.7.1 Основная заработная плата исполнителей темы	75
4.7.2 Дополнительная заработная плата исполнителей темы	79
4.7.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	80
4.7.4 Накладные налоги	81
4.7.5 Формирование бюджета затрат научно–исследовательского проекта.....	81
4.8 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	82
4.9 Заключение	83
5 Социальная ответственность	85
5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности ...	85
5.1.1 Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового	

законодательства	85
5.1.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	86
5.2. Производственная безопасность	86
5.2.1. Анализ потенциально возможных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований	87
5.2.2. Разработка мероприятий по снижению воздействия потенциально возможных вредных и опасных факторов	87
5.3. Экологическая безопасность	95
5.3.1. Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду	95
5.3.2. Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду	97
5.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	98
5.4.1. Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований и обоснование мероприятий по предотвращению ЧС	98
5.4.2. Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть при проведении исследований и обоснование мероприятий по предотвращению ЧС	99
Заключение	102
Список публикаций	103
Список используемых источников	104
Приложение А. Структурная схема	107
Приложение Б. Схема электрическая принципиальная	109
Приложение В. Чертеж общего вида установщика	111
Приложение Г. Спецификация установщика	113
Приложение Д. Технологическая карта сборки установщика	116

Введение

На сегодняшний день практически каждый из нас использует такие устройства, как: мобильный телефон, персональный компьютер, планшет. Основой таких электрических устройств является печатная плата, которая была создана по спроектированной электрической схеме с элементами и токопроводящими дорожками.

Чтобы повысить доступность и уменьшить стоимость печатных плат, была придумана технология поверхностного монтажа. Данная технология позволяет автоматизировать процесс производства печатной платы, уменьшить трудоемкость и повысить объём производства, минимизировать печатную плату.

Особенность данной технологии в том, что вместо привычных выводов, компоненты имеют площадки. Тем самым, установка данных компонентов может производиться автоматизировано, что облегчает процесс и уменьшает сроки производства печатной платы.

А также в некоторых случаях, где необходима минимизация устройства, без установщиков SMD компонентов вовсе не обойтись.

Существует целая линия технического оборудования для производства электроники. В нее входит: оборудования для конвейерных линий, маркировка печатных плат, трафаретная печать, установщик SMD компонентов, конвейерная печь, автоматическая оптическая инспекция (АОИ), устройство для нанесения влагозащитных покрытий и т.д. Как видно, из состава, эта линия технического оборудования охватывает практически весь процесс производства печатных плат и полностью автоматизирована. И установщик SMD компонентов играет важную роль в процессе производства.

1 Обзор существующих установщиков SMD компонентов, их анализ.

Выбор прототипа. Принцип действия

1.1 Обзор существующих установщиков SMD компонентов, их анализ. Выбор прототипа.

Существуют отечественные производители таких установщиков, такие как: автоматический установщик В800 «НАУТИЛУС» (рисунок 1). Данный тип установщиков имеет свою особенность, такое как универсальные посадочные места для питателей, в том числе большое их количество (до 100 питателей). Что позволяет создавать довольно сложные по наличию компонентов платы. Цена 794 605 руб. [1].

SMD-TAXI - недорогой установщик SMD-компонентов для мелкосерийного производства. Станок собран из доступных комплектующих, которые можно недорого купить и заменить самостоятельно, сводя время простоя к минимуму. Для максимально точного позиционирования компонентов, настройки, калибровки станка поиска компонентов в россыпи, предварительного просмотра расстановки. Станок рассчитан на мелкосерийное производство, поэтому может работать не только со стандартно упакованными компонентами, но и с отрезками лент и даже с россыпью компонентов. Точность станка позволяет устанавливать компоненты размером до 0402 (0.5мм на 1мм). Цена 560 000 руб. [2].

Но больше выбора предоставляют зарубежные производители (в основном это КНР). Они предлагают установщик SMD компонентов NEODEN 3/3V (рисунок 2), CHMT48VA (рисунок 3), NeoDen 4, SMT 660, TM802A, ZB3245T (рисунок 4) и др. Каждый из них имеет свои конструктивные особенности, но возможности установщиков не сильно различаются, а вот цены довольно хорошо варьируются от 150 до 500 тыс. руб.[3].

Практически во всех приведенных установщика установлены шаговые двигатели. Это объясняется тем, что при использовании шаговых двигателей нет

необходимости обратной связи, чтобы определить перемещение. А также шаговые двигатели позволяют повысить точность позиционирования. Благодаря тому, что шаг двигателя можно делить на микрошаги: $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{16}$, а также $\frac{1}{32}$ шага. Микрошаг задается не программным способом, а с помощью переключателей, присваивая тем самым низкий или высокий уровень M0, M1, M2. В таблице 1 представлена установка микрошага переключателями на RAMPS 1.4.



Рисунок 1 - Установщик B800 «НАУТИЛУС»



Рисунок 2 - Установщик NEODEN 3/3V



Рисунок 3 - Установщик CHMT48VA



Рисунок 4 - Установщик ZB3245T

Таблица 1 - Установка микрошага перемычками на RAMPS 1.4

M0	M1	M2	Microstep Resolution
no	no	no	full step
yes	no	no	half step
no	yes	no	1/4 step
yes	yes	no	1/8 step
yes	yes	yes	1/16 step

В Таблице 2 и 3 представлены основные характеристики установщиков.

Таблица 2 - Обзор установщиков российского производства

Модель и произв-ность	Питатели	Макс. размер ПП	Точность позиц-ния	Опер. система	Габариты	Вес	Цена
В800 «НАУТИЛУС» 1500 ком/час	40 слева, 40 справа, 20 сзади. Итого: 100. Ленточного типа	460х 360	±30 мкм	Отдельный компьютер со специализированным ПО	1140 х 915 х 1400	250 кг	794 605 руб.
SMD-TAXI 1000 ком/час	Ленточные питатели (спереди): 8мм - 40шт, (сзади): 8мм - 20шт, 16/12/8мм - 14шт (комбинированные). 2 ленточных питателя для 24мм лент. Возможно изготовление питателей других размеров. Вибропитатель -1 шт (до 8 пеналов SO-8). Место для поддонов и отрезков лент - 3шт. Места для россыпи – 6шт.	300 х 300мм; 300 х 600мм без мест для поддона	±40 мкм	Программа работает под управлением ОС Linux, и полностью на русском языке.	-	-	560 000 руб.

Таблица 3 - Обзор установщиков зарубежного производства

Модель и произв-ность	Точность позиц-ния	Питатели	Макс. размер ПП, мм	Операционная система	Габариты	Вес, кг	Цена, \$
MT-60 6200 ком/час	0,025 мм	56 штук, из них 50 для 8 мм компонентов, 4 для 12 мм компонентов и 2 для 16 мм компонентов	300×400	Windows XP	1566×884×367	110	7335
M802A 5500 ком/час	±0.025 мм	8 мм – 22 шт., 12 мм – 3 шт., 16 мм – 1 шт.	330*340	-	-	60 брутто	4590
CHMT48VA 6000 ком/час	± 0,025 мм	8 мм = 22 стека; 12 мм = 4 стека; 16 мм = 2 стека; 24 мм = 1 Стек; Передний IC стек = 12 шт; Определяемый пользователем лоток ic	355 * 355	Linux/ Protel 99SE, Altium Designer	960*705* 335	73 кг брутто	6513
NeoDen3V (стандартная) 5000 ком/час	± 0,02 мм	Ленточный питатель: 24 (все по 8 мм) Обычно, если на заданы другие параметры, стандартный набор питателей включает: 18x8 мм, 4x12 мм, 1x16 мм.	320*420	WindowsXP-NOVA	1001(Д)*961(Ш)*568(В) мм	55 кг	341 211 руб

Существует различные виды установщиков, но каждый из них имеет следующий состав:

- конструкция, позволяющая перемещать исполнительный механизм вдоль трех осей, а также вокруг одной из осей;
- исполнительный механизм;
- место для печатной платы (также могут быть крепежи);
- питатели;
- дисплей;
- плата для управления шаговыми двигателями, исполнительным механизмом и дисплеем;
- блок питания.

Исполнительный механизм представляет собой кронштейн с шаговым двигателем, сопло, пневматическую систему: в виде двух клапанов и вакуумного инжектора.

Для повышения точности и производительности, установщик может иметь:

- Систему камер;
- Большее количество сопел.

Для примера: модель СНМТ48VA имеет две камеры (верхняя и нижняя), которые корректируют положение каждого компонента очень точно. А также данная модель имеет два сопла, что повышает производительность.

В качестве прототипа данной разработки была выбрана модель СНМТ48VA. Общий вид данной модели приведен на рисунке 3.

Для упрощения конструкции установщика в проектируемом устройстве второе сопло заменено на устройство для нанесения клея на ПП.

1.2 Принцип действия установщика

Исполнительный механизм, перемещаясь вдоль трех осей, захватывает компонент, с помощью пневматической системы, удерживает его. Затем перемещается к нижней камере, проверяет, как точно по центру был захвачен компонент, корректирует (если это необходимо), и далее перемещает компонент на то место, где он должен быть, т.е. как, заложено программой.

Корректировка представляет собой минимальное перемещение вдоль оси X и Y до момента, пока компонент не примет центральное положение.

1.3 Структурная схема

Структурная схема установщика представлена в Приложение А ФЮРА.442221.001 Э1, а также на рисунке 5. На ней представлено, как и каким образом, элементы друг с другом взаимодействуют. В некоторых случаях самодействие двухстороннее, как например: ЖК-дисплей и микроконтроллер, а также управляющая программа и микроконтроллер. Это связано с тем, что ЖК-дисплей не только проецирует работу установщика, как монитор ПК, но и благодаря SD-порту является источником программного кода.

Концевые выключатели ограничивают перемещение исполнительного механизма. Видеокамера для увеличения точности позиционирования (корректировка захвата компонента). Драйвера не только позволяют управлять шаговыми двигателями, а также благодаря им повышается точность позиционирования. За счет деления шага. Питатели представляют собой барабан с намотанной лентой, имеющей в себе SMD компоненты. Перемещение ленты обеспечивается благодаря тому, что когда исполнительный механизм захватывает компонент, он оттягивает ячейку ленты ближе к ПП.

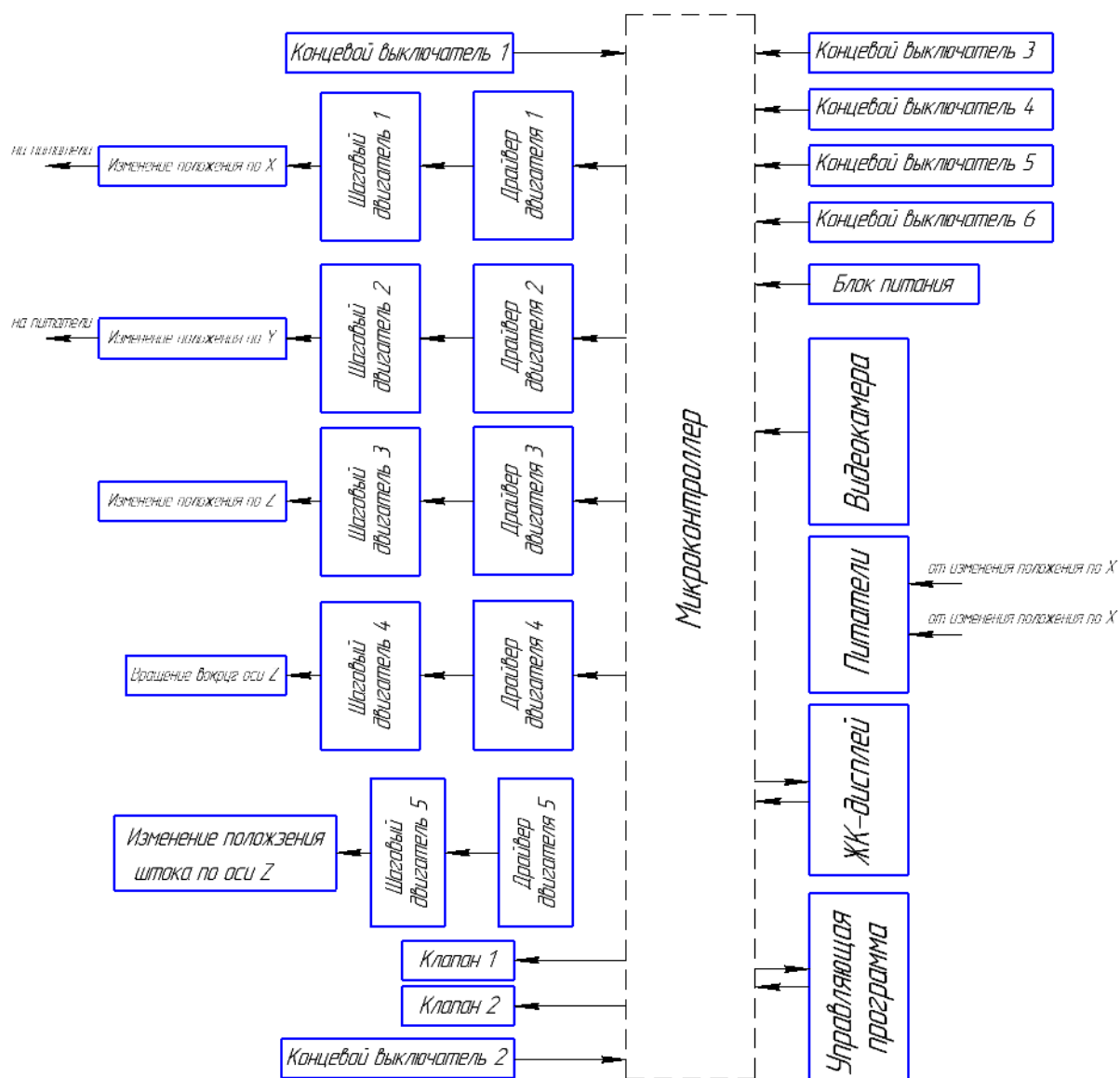


Рисунок 5 - Структурная схема

2 Разработка и конструирование установщика SMD компонентов

2.1 Кинематическая схема

Наблюдается тенденция с кинематической схемой, выше приведенных установщиков. Абсолютное большинство существующих установщиков SMD компонентов имеют кинематическую схему следующего вида (рисунок 6):

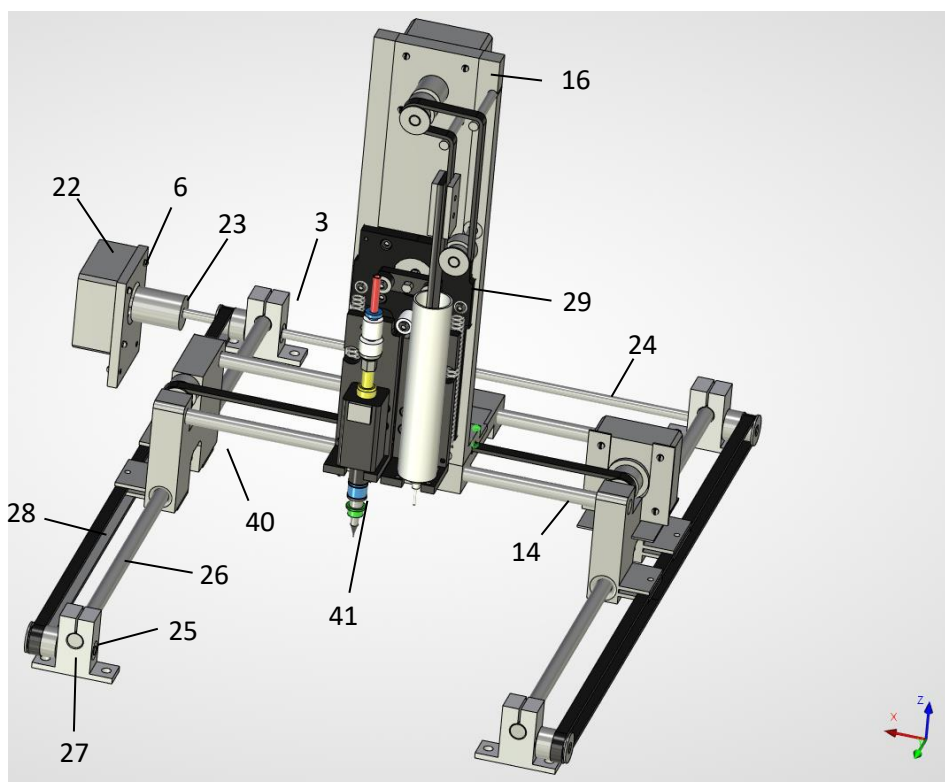


Рисунок 6 - Кинематическая схема

Кинематическая схема установщика (рисунок 6) обеспечивает перемещение исполнительного механизма вдоль трех осей, а также вокруг оси Z.

2.2 Выбор компонентов

Выбор шаговых двигателей и других компонентов основывается на результатах обзора установщиков SMD компонентов и кинематической схемы представленной выше (массогабаритные параметры), и учитывая условия мелкосерийного производства, а также размеров ПП, предъявленных в ТЗ.

Конструкция, позволяющая перемещать исполнительный механизм вдоль трех осей, а также вокруг оси z, состоит из:

- шаговых двигателей;
- муфта
- ось диаметром 5 мм и длиной 500мм;
- 4 шкива диаметром 5мм;
- ремень;
- исполнительного механизма;
- направляющих длиной 370 мм;
- крепежный кронштейн 4 шт;
- подшипники;
- каретка;
- направляющие для печатной платы;
- ось для шкива;
- основание (представляет собой алюминиевый корпус (чехол) и алюминиевая пластина).

Также в состав установщика входит:

- блок питания;
- питатели;
- плата управления;
- дисплей;
- концевые выключатели.

2.2.1 Двигатель

В данной работе были выбраны шаговые двигатели Nema 17. Это биполярный шаговый двигатель, который чаще всего используется в 3D принтерах и ЧПУ станках.

Эти двигатели применяются в большинстве установщиках с аналогичными массогабаритными характеристиками.

Основные характеристики представлены ниже:

- угловой шаг $1,8^\circ$, т. е. на 1 оборот приходится 200 шагов;
- двигатель — двухфазный;
- рабочие температуры от -20°C до 85°C ;
- номинальный ток 1,7А;
- момент удержания 2,8 кгсм;
- оснащен фланцем 42 мм для легкого и качественного монтажа;
- высокий крутящий момент – 5,5 кг х см.

В проектируемом установщике потребуется 4 шаговых двигателя. Три шаговых двигателя для перемещения по трем осям координат, а один для перемещения шток клея (создания усилия). Шаговый двигатель приведен на рисунок 7.



Рисунок 7 - Шаговый двигатель

2.2.2 Муфта

В данном случае муфта необходима для соединения шагового двигателя с осью диаметром 5 мм. Муфта представлена на рисунке 8.



Рисунок 8 - Муфта

Характеристики:

1. нулевой зазор вращения, высокая чувствительность
2. Большая передача крутящего момента, простая установка.
3. Функции разворота вперед одинаковы.
4. широко используется в двигатель переменного, постоянного тока, шаговый двигатель, мотор сервопривода.

2.2.3 Шкив и ремень

Шкив: Алюминий GT2 шкив 20teeth диаметром 5 мм.

Ремень: GT2 ремень Ширина 6 мм.

Для данной конструкции требуется 9 шкивов и ремень длиной примерно 5 м.

Часть шкивов (2 шт.) применяются в качестве фиксаторов пружин. Они помогают пружинам поджимать планку поз.8 по спецификации. И благодаря тому, что шкивы можно перемещать и закреплять вдоль направляющих без труда, сила поджатия для разных размеров ПП будет регулируема.

Шкив и ремень приведены на рисунке 9.

Обеспечив оптимальное натяжение, угол обхвата и коэффициент трения, можно создать нагрузку, достаточную для того, чтобы установщик качественно работал. Использование ременной передачи имеет как положительные стороны, так и отрицательные.

Преимущества:

- бесшумная и плавная работа;
- отсутствие необходимости в высокоточной обработке;
- устойчивость к перезагрузке и вибрациям;
- отсутствие необходимости в использовании смазки;
- доступная стоимость механизма; наличие условий для ручного использования; простота установки на станке;
- в случае обрыва ремня поломка привода не возникает;
- Отсутствие люфта благодаря предварительному натяжению ремня;
- мощность передается на большое расстояние; имеется возможность взаимодействия с частотой большого вращения;
- наличие систем предохранения, снижающей вероятность возникновения поломок в случае неисправности.

Недостатки:

- шкивы являются крупногабаритными элементами;
- на валы оказывается нагрузка; проскальзывание влечет снижение передаваемой нагрузки;
- небольшой показатель мощности;
- необходима периодическая замена ремня;
- риск возникновения неисправностей при загрязнении деталей или использовании в среде с высоким показателем влажности. [4].

В данном случае, проскальзывание исключается связи наличия малой нагрузки (малая масса подвижных частей).



Рисунок 9 - Шкивы и ремень

2.2.4 Крепежный кронштейн

В крепежный кронштейн (рисунок 10 - 12) устанавливается направляющая длиной 370мм и диаметром 5мм, а также подшипник MR105ZZ (рисунок 13) с внутренним диаметром 5 мм, длиной 4 мм и внешним диаметром 10 мм. До установки подшипника в крепежный кронштейн, в кронштейне просверливается глухое отверстие длиной 4 мм и диаметром 10 мм. А также уменьшить размер G (указанный на рисунке 13) до 3 мм. Это необходимо для установки шкива. В таблице 3 представлены крепежного кронштейна.

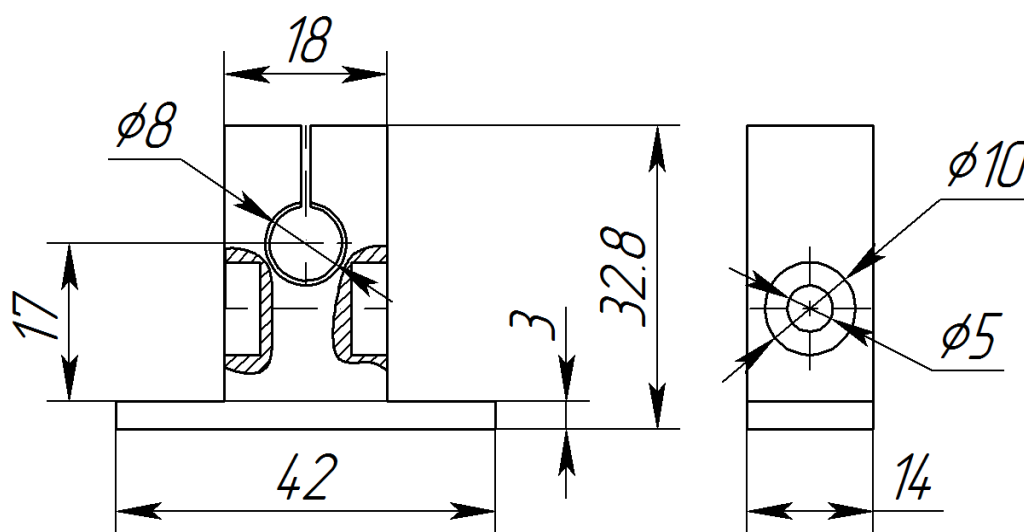


Рисунок 10 - Чертеж кронштейна под подшипники



Рисунок 11 - Крепежный кронштейн

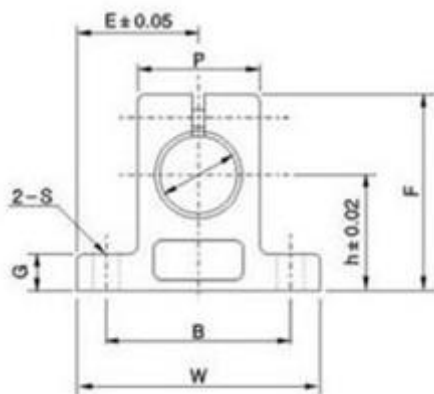
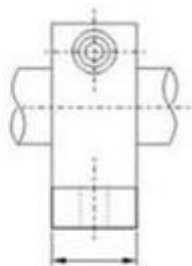


Рисунок 12 - Крепежного кронштейна без отверстия



Рисунок 13 - Подшипник MR105ZZ

Таблица 3. Размеры крепежного кронштейна

Размер вала	h	E	W	L	F	G	P	B	S	Блокирующий болт	Крепежный болт	Вес, гр.
8	20	21	42	14	32,8	6	18	32	5,5	M4	M5	24

2.2.5 Каретка

Каретка (рисунок 14) представляет собой три опорных блока, два из которых перемещаются вдоль одной оси по направляющим (например, X), третья – вдоль другой оси (поступательно и параллельно другим – вдоль оси Y) (рисунок 42).

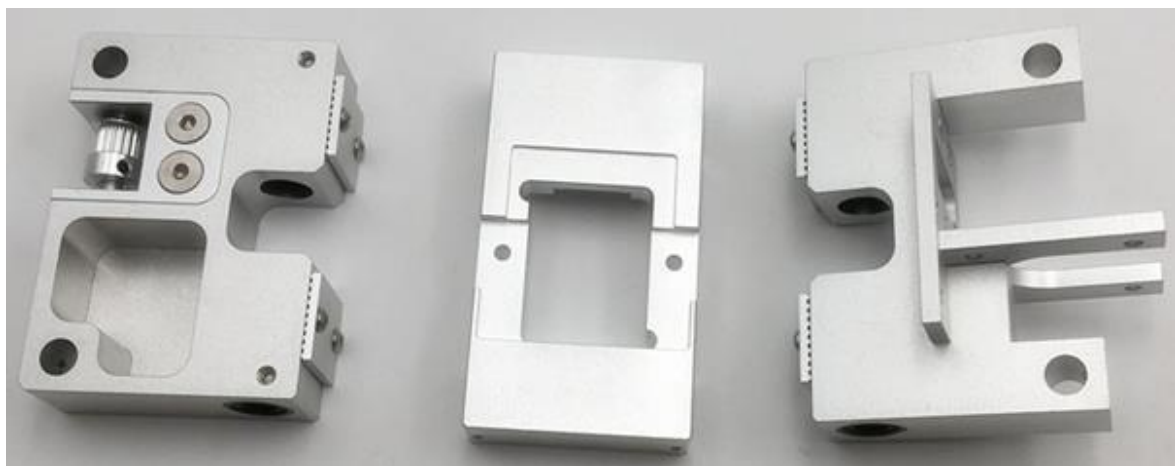


Рисунок 14 – Каретка

В каретке (левая часть) уже установлен один шкив на оси. На правой части имеется место для крепления шагового двигателя. На центральную часть устанавливается исполнительный механизм.




2.2.6 Исполнительный механизм

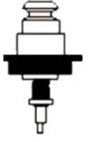

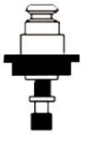
Данное устройство позволяет захватить компонент и повернуть его вдоль оси Z.

Установщики SMD компонентов обычно комплектуются набором сопел, для установки всех видов компонентов поверхностного монтажа (рисунок 15). Исполнительный механизм представлен на рисунке 16 – 18.

В состав данного устройства входит пневматическая система, представленная на рисунке 17. Система состоит из двух клапанов и вакуумного инжектора.

Исполнительный механизм в собранном виде представлен на рисунке 18.

Model	500	501	502
O.D	Φ1.0*0.5mm	Φ0.7*0.4mm	Φ0.7mm
I.D	Φ2*0.4mm	Φ0.25mm	Φ0.4mm
Exterior			

Model	503	504	505
O.D	Φ 0.95mm	Φ 1.4mm	Φ3.5mm
I.D	Φ0.6mm	Φ 1.05mm	Φ1.7mm
Exterior			




Model	506	507	508
O.D	Φ 5.15mm	Φ 8.45mm	Φ9.5mm
I.D	Φ 2.9mm	Φ 4.9mm	Φ8.0mm
Exterior			

Рисунок 15 – Сопла и их размеры



Рисунок 16 – Исполнительный механизм без вакуумного инжектора и клапанов

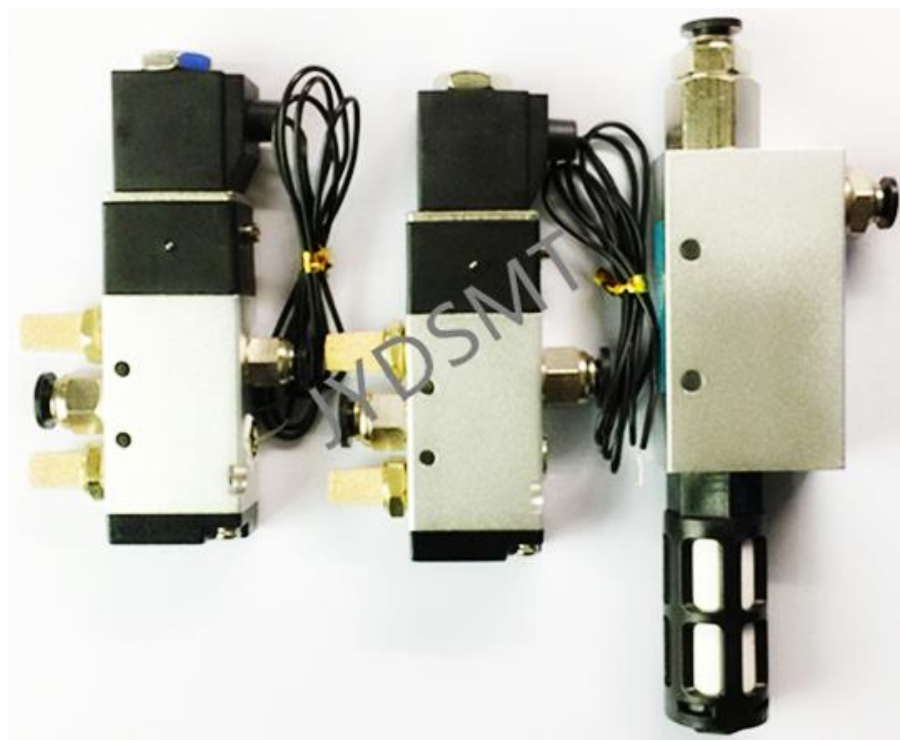


Рисунок 17 – Клапаны и вакуумный инжектор

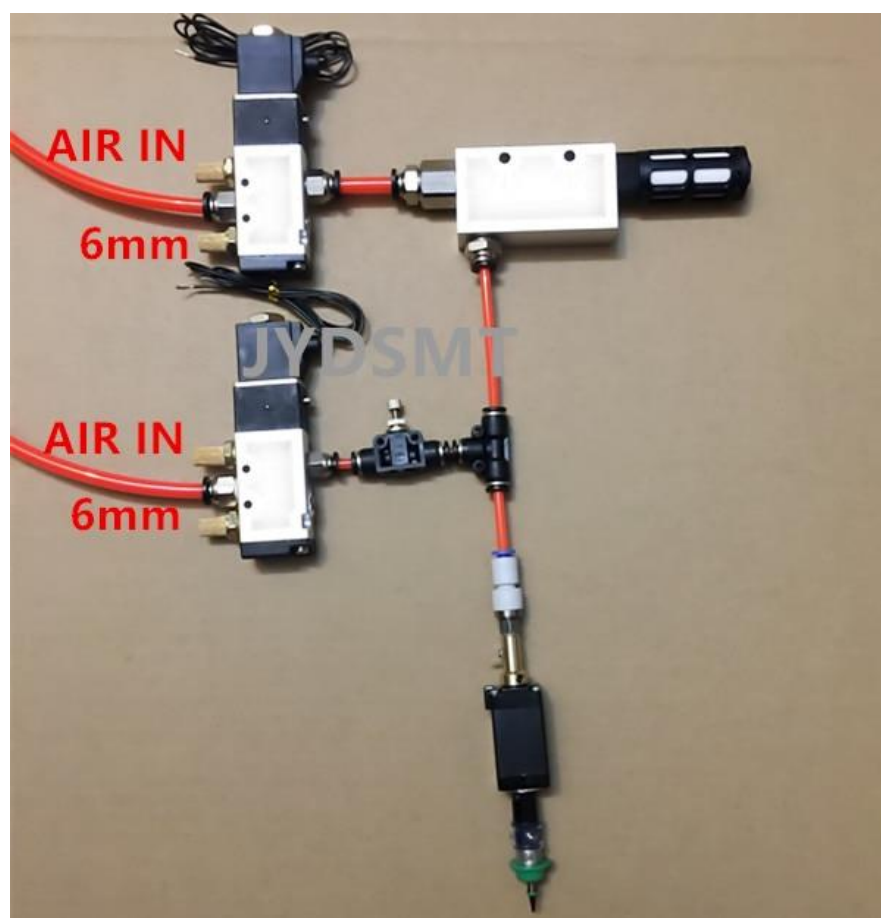


Рисунок 18 – Исполнительный механизм в собранном виде

2.2.7 Направляющие и оси

В данной конструкции применены 2 направляющие диаметром 8 мм (рисунок 19) и длиной 370 мм, направляющие диаметром 8 мм и длиной 248 мм 2 и 4 оси (рисунок 20) под шкив диаметром 5 мм длиной 14 - 15 мм.



Рисунок 19 – Направляющие



Рисунок 20 – Ось под шкив

2.2.8 Плата управления

Плата управления состоит из двух частей:

- Arduino 2560 (рисунок 21);
- Ramps 1.4 (рисунок 22).

Эти платы необходимы для управления всеми процессами установщика. В данной работе в качестве плат управления выбраны платы, которые являются универсальными. Так как, в данном случае установщик является макетным образцом, нет необходимости в разработке какой-то конкретной (собственной) платы управления. Ввиду этого и ограниченности времени были выбраны данные платы управления.

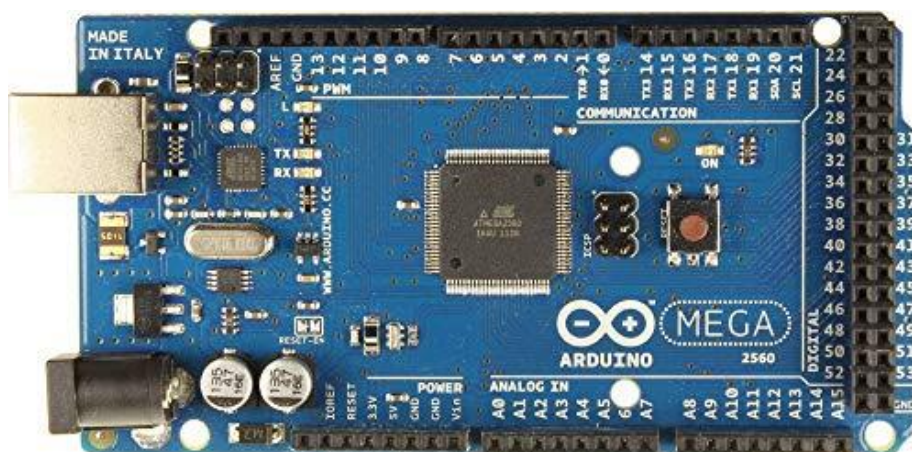


Рисунок 21 – Arduino 2560

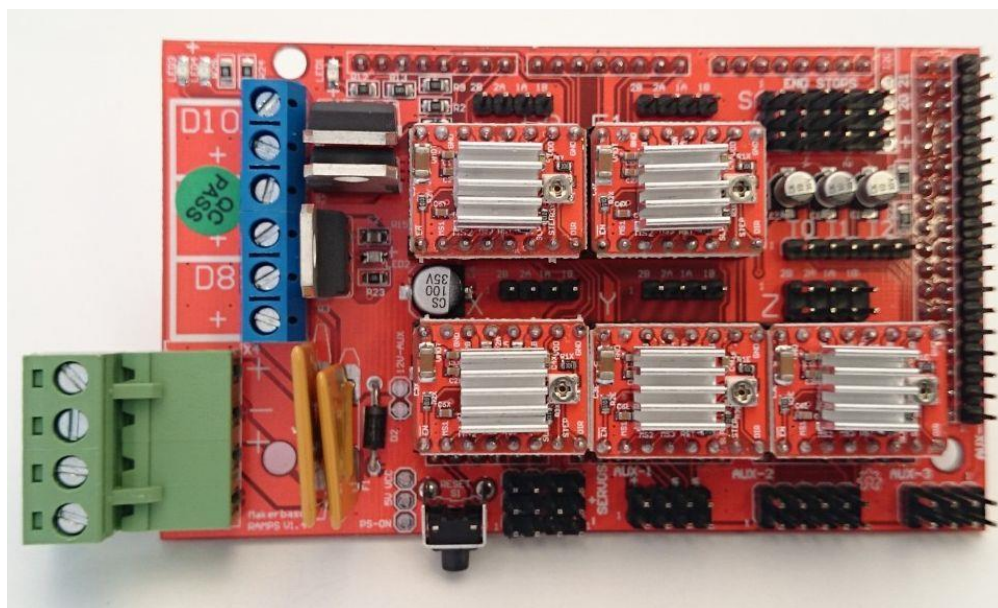


Рисунок 22 – Ramps 1.4 вместе с драйверами шаговых двигателей

2.2.9 Концевые выключатели

Механический концевой датчик EndStop (рисунок 23) для 3D принтера и других устройств с кабелем. Имеет 3 вывода +, - и сигнал.

Концевые выключатели служат для ограничения перемещения исполнительного механизма, и отключают шаговые двигатели при замыкании контакта (появление сигнала).

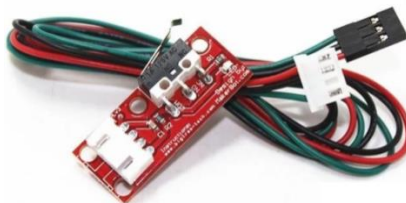


Рисунок 23 – Концевой выключатель

Позволяет ограничить движение исполнительного механизма вдоль ось. Установлены вдоль оси X и Y.

2.2.10 ЖК – Дисплей

Используется ЖК-дисплей 12864 (рисунок 24) для индикации работы установщика, а также для управления двигателями без работы программы управления. Управление шаговыми двигателями также возможно при помощи ЖК-дисплея. Это возможно благодаря установленной программе Marlin в Arduino 2560. У ЖК-дисплея имеется SD порт, с помощью которого можно задать установку компонентов без использования персонального компьютера. Язык программы английский.



Рисунок 24 – ЖК-дисплей

ЖК-дисплей устанавливается в корпус при помощи винтов М3.

2.2.11 Пластиковая стяжка

Также для того, чтобы провода не мешали нормальной работе установщика их необходимо скрепить стяжкой (рисунок 25). Стяжка сворачивается по мере движения вдоль каждой ось перемещения, и практически не создает дополнительного момента для шаговых двигателей.

В проектируемой конструкции применены две стяжки: вдоль оси X и оси Y.



Рисунок 25 – Стяжка пластиковая

2.2.12 Блок питания

Для питания установщика используется импульсный источник питания (рисунок 26) 400 Вт 12В 33А. Его необходимо прикрутить в корпус помощью четырех винтов М4.



Рисунок 26 – Источник питания

2.2.13 Питатели

Питатель SMD это устройство, которое подготавливает электронные компоненты (распаковывает) и подает в рабочую зону установщика. Питатели изготавливаются производителем оборудования для установки электронных компонентов под конкретные модели оборудования. По типу компонентов делятся на: питатели компонентов с ленты, питатели компонентов с пенала, питатели компонентов с паллеты (ручные и автоматические). Так же есть дополнительные специализированные питатели: для установки бескорпусных компонентов, для нанесения наклеек, для установки компонентов в отверстия, для установки компонентов сложной формы, для программирования микросхем и др.

В данной конструкции будут использоваться механические питатели компонентов с ленты (рисунок 27). Их в проекте будет два. А также лоток для компонентов россыпью (рисунок 28).



Рисунок 27 – Питатели

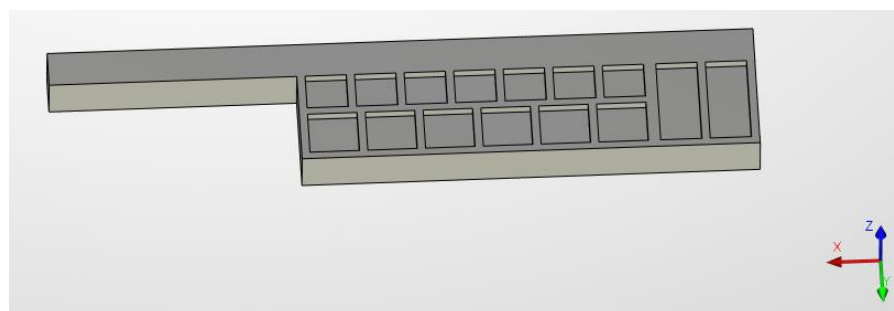


Рисунок 28 – Лоток для компонентов россыпью

2.2.14 Камера

Камера (рисунок 29) обеспечивает требуемую точность установки компонентов. Имеет инфракрасное и светодиодное табло. Подключается через USB порт к ПК. Разрешение 1080 HD. Основные характеристики камеры представлены в таблице 4.



Рисунок 29 – Камера

Таблица 4 - Основные характеристики камеры

Дополнительно моделей	ELP-USBFHD01M-RL36
Сенсор	1/3 "CMOS OV2710
Размер объектива	200 Вт, 2,0 Мпикс, 1920 (H) x1080 (V) пикселей
Макс. разрешение	1920X1080
Формат изображения	MJPEG/YUY2
USB Протокольный	Кабель USB2.0 HS/F S, USB1.1 FS
Поддержка Бесплатная драйвер	USB-видео класс (UVC) 1,1
Автоматический режим экспозиции АЕС	Поддержка
Авто белый Бланс АЕВ	Поддержка
Частота кадров	1920 (В) x 1080 (В) пикселей MJPEG 30fps YUY2 6fps 1280 (В) x 1024 (В) пикселей MJPEG 30fps YUY2 6fps 1280 (В) x 720 (В) пикселей MJPEG 60fps YUY2 9fps 1024 (В) x 768 (В) пикселей MJPEG 30fps YUY2 9fps 800 (В) x 600 (В) пикселей MJPEG 60fps YUY2 21fps 640 (В) x 480 (В) пикселей MJPEG 120fps YUY2 30fps 352 (В) x 288 (В) пикселей MJPEG 120fps YUY2 30fps 320 (В) x 240 (В) пикселей MJPEG 120fps YUY2 30fps
Регулируемые параметры	Яркость/Контрастность/насыщенность цвета/определение/гамма/WB
Ночного видения	Опционально, может выбрать IR board
Угол обзора	Около 92 градусов
Напряжение	DC 5 В
Ток	150mA
Рабочая температура	Градусов (-20 ~ 70)
Размер	32x32 мм/38*38
Поддержка OS	WinXP/Vista/WIN7/WIN8 Mac-OS X 10.4.8 или позже Wince с UVC Android 4,0 или выше

2.2.15 Основание (Корпус)

Основание представляет собой корпус (рисунок 30-31). В корпусе находится блок питания с платами управления, а также части пневматической системы, такие как: вакуумный инжектор и клапаны. В задней части корпуса имеется клемма для заземления установщика (рисунок 32), отверстие для проводки проводов питания и управления двигателями и провода подключения устройства к ПК, а также трубки для пневматической системы. На передней панели имеется отверстие для установки ЖК-дисплея.

Корпус выполнен из сварного каркаса, представленного на рисунок 30. Каркас облицован пластинами из Д16 толщиной 3 мм.

Каркас (рисунок 33) имеет такую конструкцию из-за необходимости иметь отвод для ленты от питателей. Для удобства работы с дисплеем установщика передняя панель имеет наклон. Каркас выполнен из уголков алюминия Д16 размерами 20*20*2. Материал является достаточно прочным и жестким, и в тоже время легким.

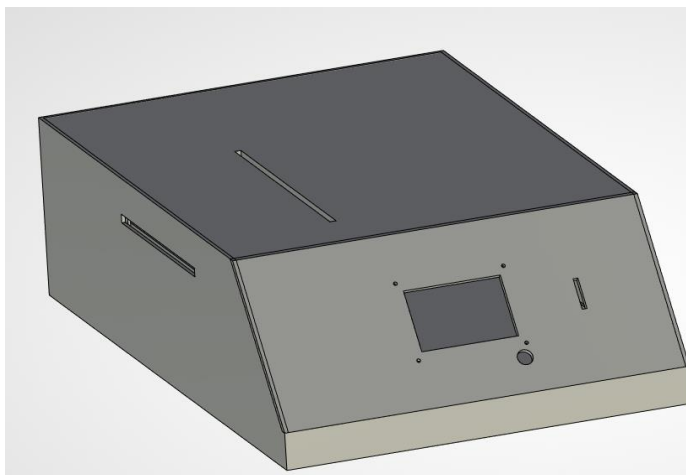


Рисунок 30 – Корпус

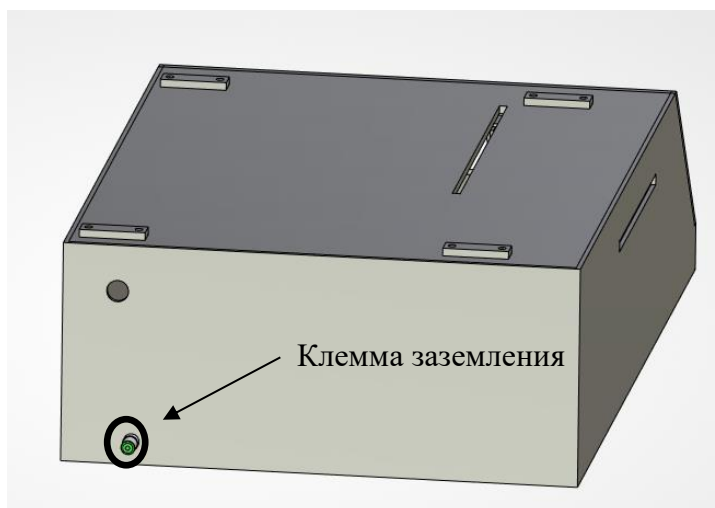


Рисунок 31 – Корпус (задняя панель)



Рисунок 32 – Клемма заземления

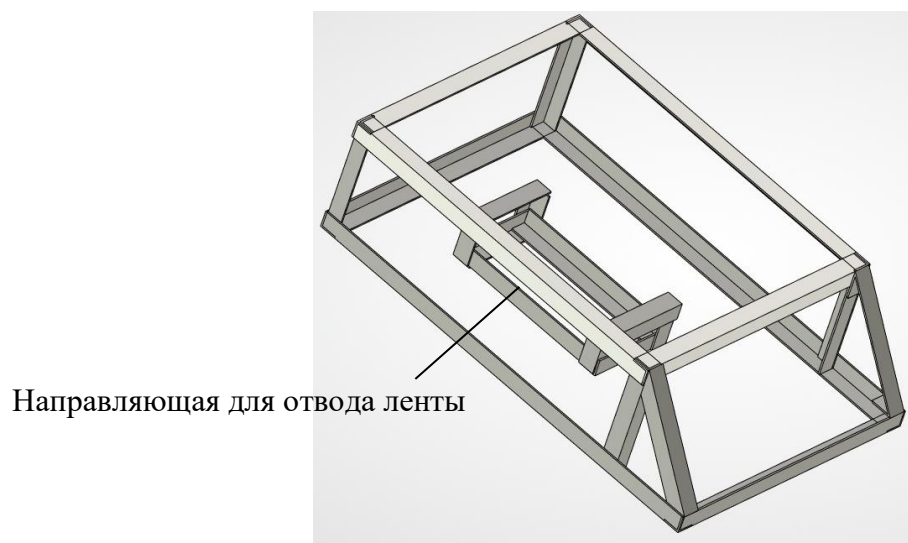


Рисунок 33 – Каркас корпуса

2.2.16 Клей

Перед установкой SMD компонентов на ПП наносится клей. В проектируемом установщике используется емкость с красным клеем (рисунок 34).



Рисунок 34 – Емкость с красным клеем

3 Разработка и конструирование установщика SMD компонентов

3.1 Синтез электрической схемы

Схема электрическая принципиальная установщика SMD компонентов представлена на рисунке 35 (приложение Б) и будет представлять собой соединение четырех шаговых двигателей, трех концевых выключателей, дисплея, блока питания и двух клапанов с платой Ramps 1.4. Электрическая схема соединений установщика представлена на рисунке 36.

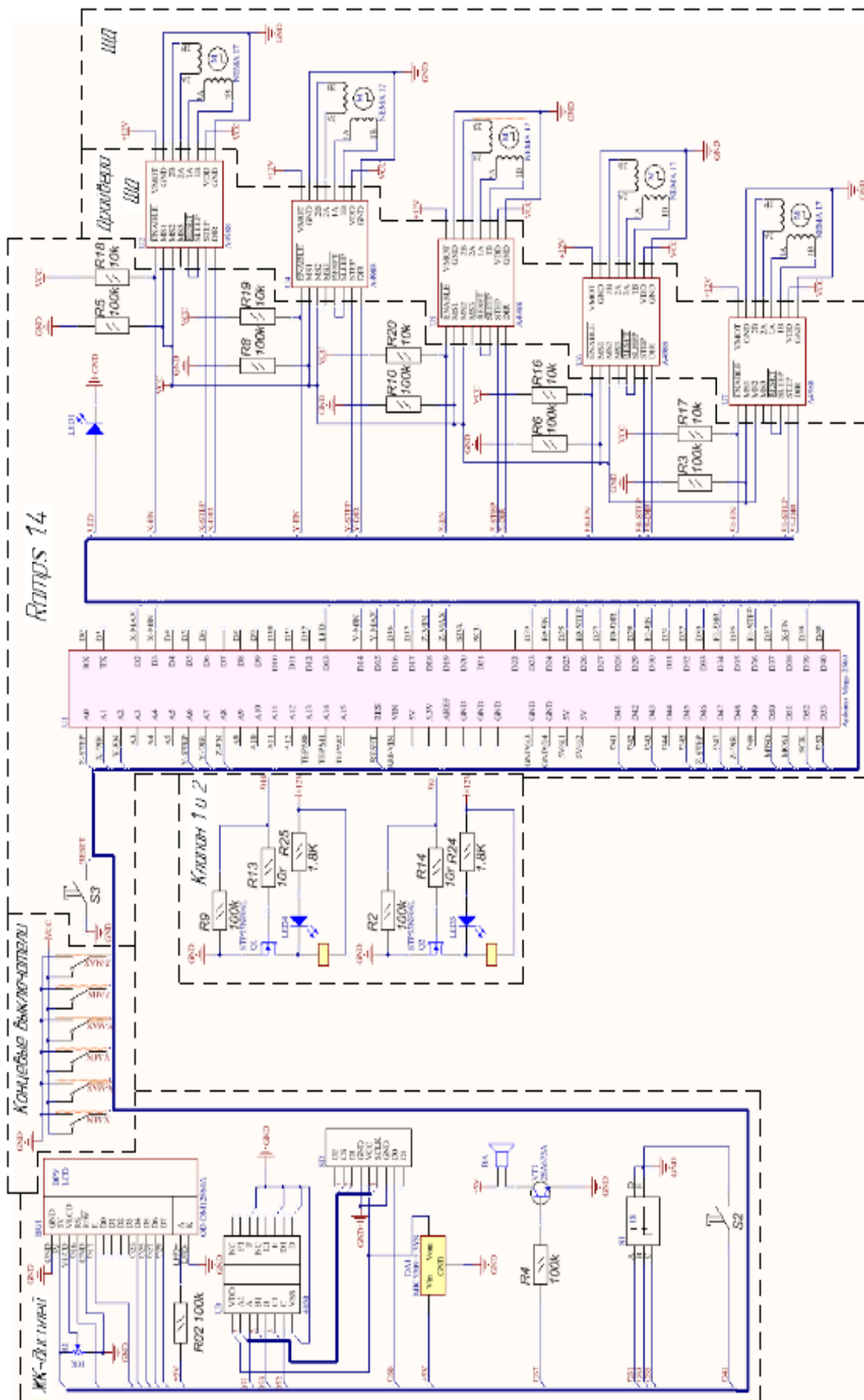


Рисунок 35 – Схема электрическая принципиальная

От блока питания подается питание 12В на Ramps 1.4. А плата в свою очередь управляет через драйвера шаговыми двигателями X, Y, Z, вокруг Z током 1.7 А. На клапаны подается питание 24 В с Ramps 1.4. Связь с ПК происходит через mini-USB порт.

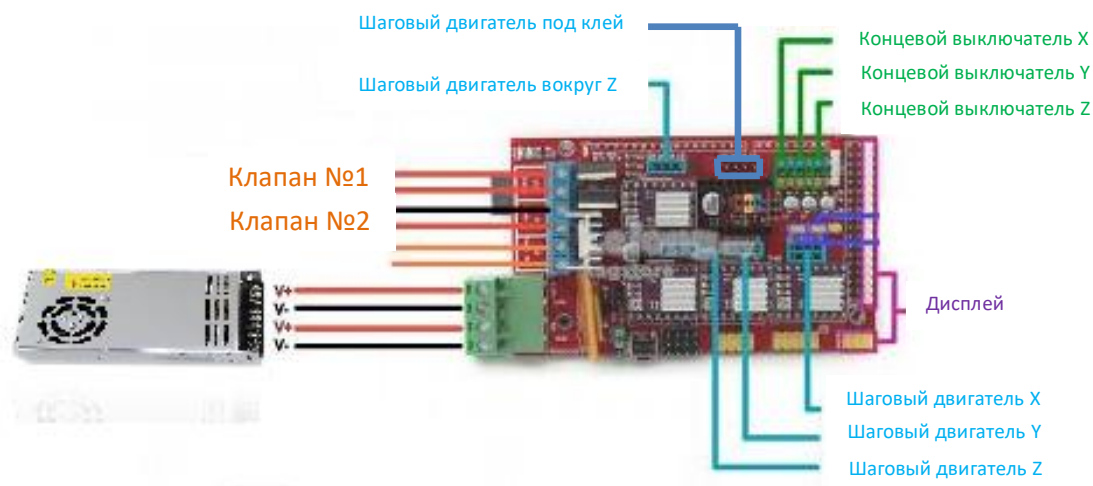


Рисунок 36 – Электрическая схема

Шаговый двигатель поворота вокруг Z - это двигатель, принадлежащий исполнительному механизму.

Драйвера шаговых двигателей позволяют производить корректировку тока, благодаря установленному потенциометру. Выставление необходимого тока происходит при помощи мультиметра и крестовой отвертки, как показано на рисунке 37.

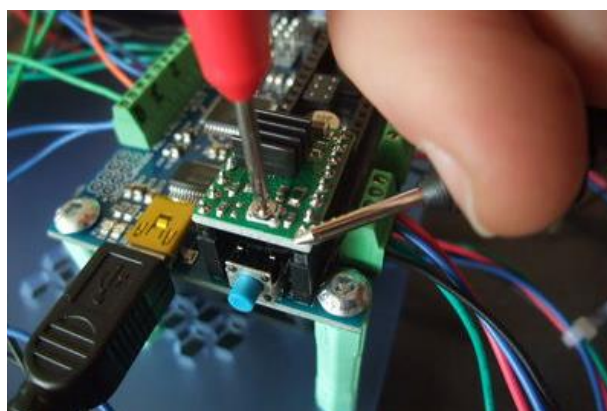


Рисунок 37 – Выставление нужного тока на драйвере шагового двигателя

3.2 Программное обеспечение

Для установщиков существует различное программное обеспечение, но в данном проекте выбор остановился на программе «VisionBot Pick and Place». Интерфейс этой программы представлен на рисунке 38.

Программное обеспечение VisionBot Pick and Place имеет мощный встроенный визуальный редактор для импорта и работы непосредственно со стандартизованным файлом Gerber. Это означает, что машина совместима с любым программным обеспечением Electronic Design Automation (EDA или ECAD) [5].

Данная программа используется на установщиках SMD компонентов на печатные платы с высокой точностью. Это обеспечивается благодаря корректировке захвата компонентов с помощью камеры. Которая оценивает захват компонента и передает данные программе. Та, в свою очередь пересчитывает сдвиг (смещение) компонента и корректирует работу шаговых двигателей.

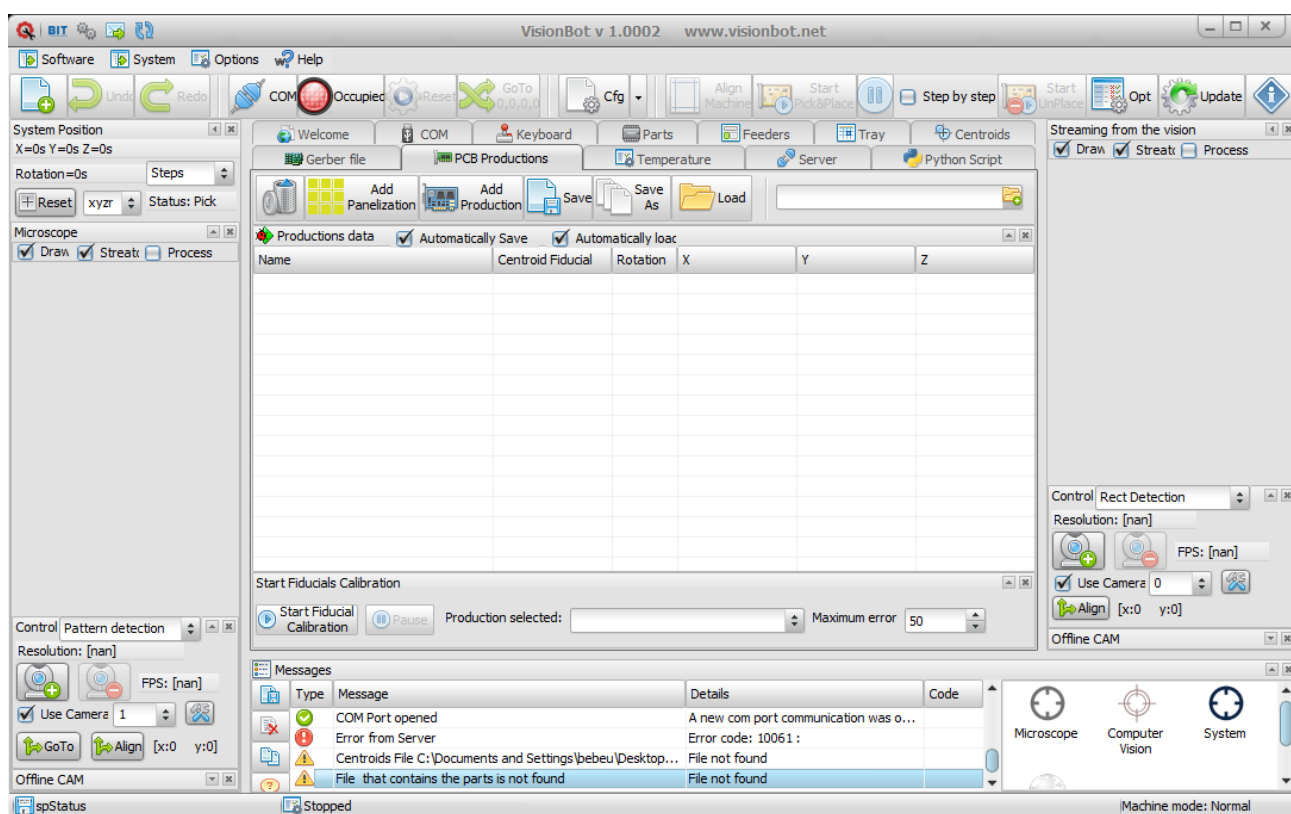


Рисунок 38 – Интерфейс программы VisionBot

Также в данной программе можно заложить алгоритм смены сопла, что позволяет сделать установщик полностью автономным.

В данной программе можно задать количество питателей, создать необходимую библиотеку компонентов.

Другие возможные программы управления для установщика:

ПО автомата функционирует под управлением операционной системы Windows XP и может включать в себя ряд взаимосвязанных программных модулей, таких как Library, CAD Conversion, BOX, Placer, LCV Vision и др.

Программа Library (Библиотека). Предназначена для определения компонентов, устанавливаемых на ПП. В библиотеке содержится перечень компонентов, необходимая (для работы автомата) информация о них: габариты, контрольный вывод или полярность, необходимое давление при установке, тип центрирования (лазером или видеокамерой), координаты и размеры точек клея или паяльной пасты и т.д. Библиотека поставляется с уже готовой информацией о 300 компонентах. Описание отсутствующих компонентов может быть внесено вручную (как правило, путем корректировки информации о наиболее близких из них) с последующим сохранением под новым обозначением.

Программа Library (Библиотека) также используется для определения питателей. В библиотеке определены все стандартные питатели Essemtec. При создании рабочей сборочной программы необходимо дополнительно описывать только поддоны и питатели из обрезков ленты.

При создании описания компонентов и питателей в программе Library применяется два способа: вручную и с использованием функции Wizard (Мастер).

Ручной способ обычно применяется при создании описания простых пассивных компонентов (на 2...3 вывода). В этом случае необходимо вручную начертить все элементы: корпус, контактные площадки, точки дозирования паяльной пасты и клея.

Способ с использованием функции Wizard (Мастер) позволяет упростить процесс рисования обычных компонентов. Эта функция Автомат Essemtec Pantera XV автоматически добавляет все необходимые элементы, включая точки дозирования паяльной пасты. По сравнению с ручным методом способ с использованием функции Wizard (Мастер) позволяет создать описание многовыводного компонента значительно быстрее и точнее. Рабочее окно программы Library представлено на рисунке 39.

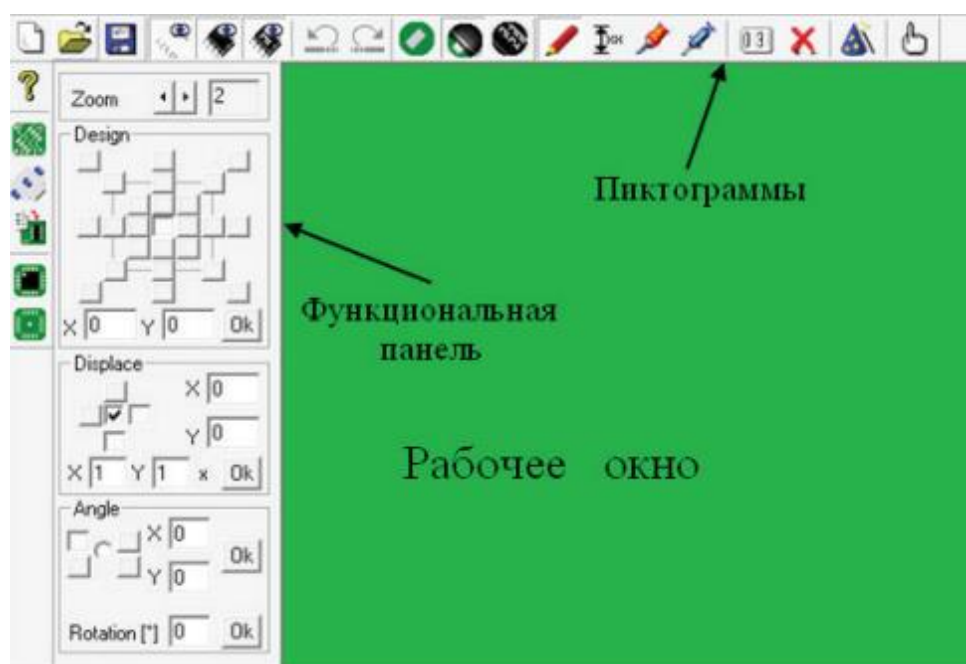


Рисунок 39 – Рабочее окно программы Library

Программа CAD Conversion. Используется для преобразования данных САПР печатных плат в файлы формата *.brd, использующиеся в системах установки и дозирования компании Essemtec. Программа позволяет легко и просто преобразовывать данные большинства существующих САПР ПП. Программу CAD Conversion можно настроить на распознавание различных форматов файлов ПП. Настройки форматов сохраняются в файле фильтра. Данная функция особенно полезна для предприятий-субподрядчиков, клиенты которых предоставляют данные САПР в разных форматах. Для каждого формата ПП можно создать свой файл фильтра и

быстро подключать его в любое время. Функция вывода графического изображения ПП и компонентов позволяет осуществлять быстрый контроль данных.

При необходимости плату можно зеркально отражать по горизонтали или вертикали, а также поворачивать на угол, кратный 90° . Исходную информацию данных САПР также можно преобразовывать в соответствии с требуемым форматом. Все преобразования осуществляются с использованием дружественного пользователю графического интерфейса. После преобразования можно изменять номиналы, идентификаторы и ориентацию компонентов и реперных знаков. Интерфейс программы CAD Conversion представлен на рисунке 40.

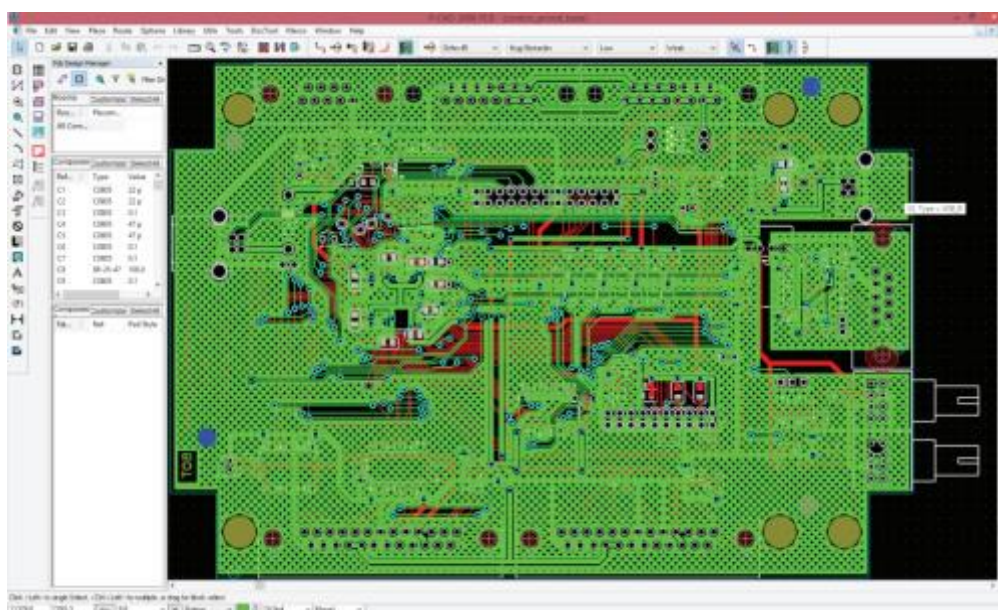


Рисунок 40 – Интерфейс программы CAD Conversion

Программа BOX. Используется для определения компонентов и назначения их питателям. Программа позволяет назначать компоненты питателям любого типа — ленточным, вибропитателям, питателям для поддонов (включая питатели на обрезках ленты), устройствам для смены поддонов и пенальным питателям.

Программа BOX не влияет на размещение питателей на установщике КОМПОНЕНТОВ.

Окно программы BOX представлено на рисунке 41.

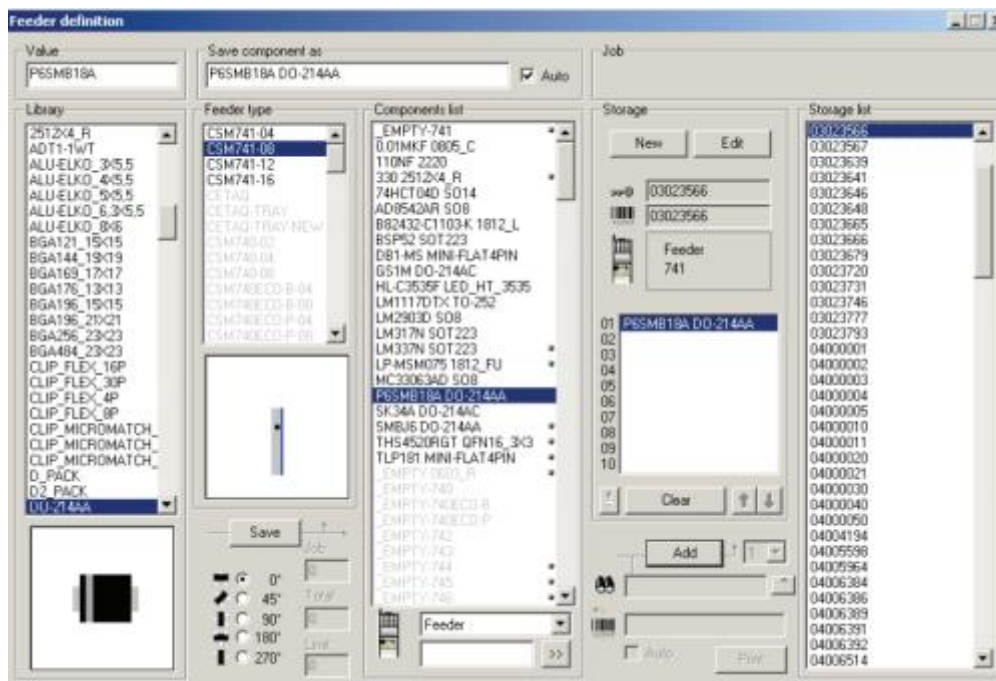


Рисунок 41 – Окно программы BOX

Программа Placer. Размещает питатели автоматически. Placer - это мощный пользовательский интерфейс Pantera XV. Вся информация представлена графически. Сложные данные о размещении отображаются легко понятным способом как виртуальная печатная плата. Уникальная «функция виртуального просмотра» позволяет тестировать и корректировать программу без установки компонента.

С помощью программного обеспечения Placer пользователи всегда могут контролировать компоненты, а также состояние машины и питателей.

Рабочее окно Production Desktop программы Placer представлено на рисунке 42.

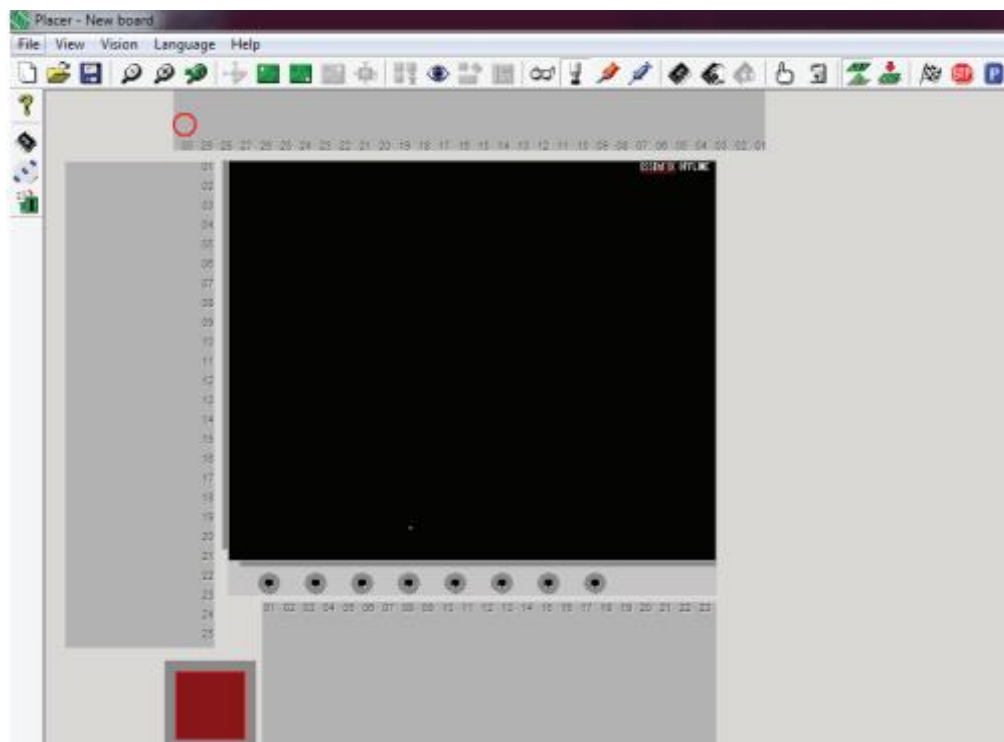


Рисунок 42 – Рабочее окно Production Desktop программы Placer

Программа LCV Vision. Предназначена для работы с изображениями реперных знаков, формируемых видеокамерой, установленной на рабочей головке. Кроме того, программа LCV Vision используется для обучающего ввода изображений компонентов.

Все программы Pantera XV имеют в своих интерфейсах пиктограммы оперативного вызова остальных программ Library, CAD Conversion, BOX, Placer [6].

3.3 Описание конструкции установщика

Внутри корпуса 1 располагается блок питания 32, плата управления 31, основная часть пневматической системы (вакуумный инжектор и клапаны) исполнительного механизма 40. На передней панели корпуса расположен ЖК-дисплей 34 и вход SD-порта 33. На задней панели корпуса расположена

клемма для заземления установщика, и отверстие для проводов и трубки пневматической системы.

Снизу корпуса приклеены антивибрационные коврики 36 размерами 7,7х7,7х0,7 см.

На корпус крепится алюминиевая плата 41, на которой располагаются узлы, обеспечивающие перемещения исполнительного механизма по трем осям, перемещение штока вдоль оси Z и вращение сопла вокруг оси Z. Перемещение исполнительного механизма и клея 36 вдоль оси Z обеспечивается одним шаговым двигателем 21 и держателем 28. Держатель представляется собой кронштейн с линейными подшипниками, направляющими. На подшипники закреплены кронштейны исполнительного механизма и емкостью с красным клеем 35. Кронштейны связаны с общим кронштейном держателя возвратной пружиной. Между шаговым двигателем и кронштейнами имеется толкатель держателя 28. Толкатель и пружины обеспечивают необходимое положение исполнительного механизма и клея в процессе работы установщика. Емкость с красным клеем 35 крепится к кронштейну стяжками 44.

Вдоль двух направляющих X и Y закреплены на кронштейнах направляющие для пластиковых стяжек 42, которые обеспечивают укладку проводов и трубки. Стяжка сворачивается по мере перемещения исполнительного механизма по осям X и Y.

Также на плате слева располагаются питатели ленточного типа 29, и лоток для компонентов россыпью 7 на передней части платы. Перемещение ленты обеспечивается прижатием компонента в ячейке ленты соплом и оттягиванием её на одну ячейку в сторону ПП.

Отвод ленты обеспечивается отверстием в плате 41 и направляющей в корпусе 1.

Закрепление ПП обеспечивается планками с направляющими 23 и лотком 7. В направляющих установлен шкив 26, который применяется в качестве фиксаторов пружин. Расстояние от фиксаторов до планки можно

регулировать благодаря тому, что шкив легко фиксируется (рис. 43). Тем самым можно контролировать силу поджатия ПП.

3Д-модель разработанного установщика представлена на рисунке 43.

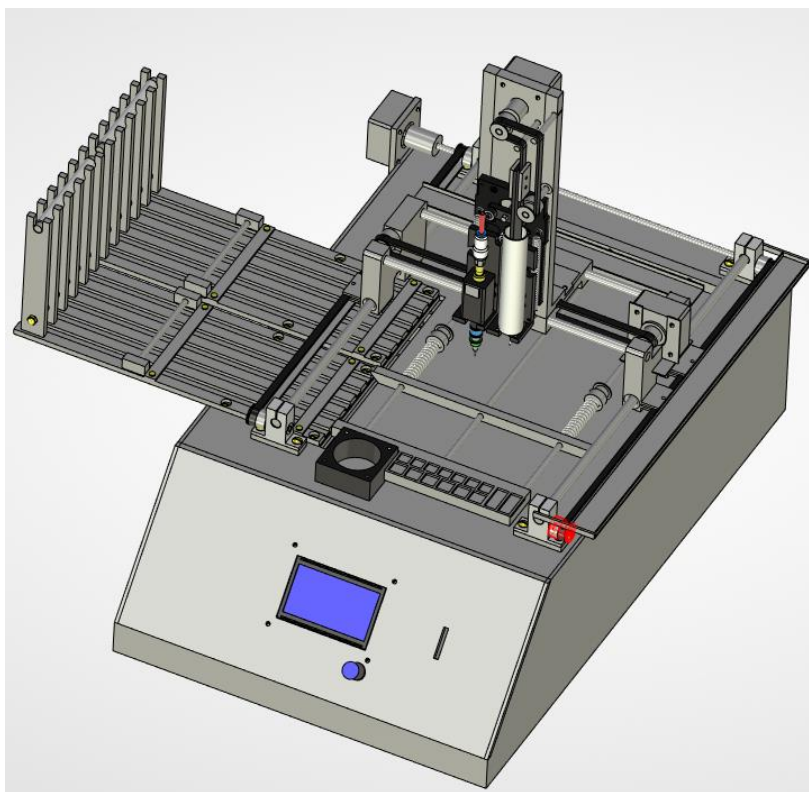


Рисунок 43 – 3д-модель установщика SMD компонентов

Чертеж общего вида представлен в приложение В. Технологическая карта сборки и спецификация установщика представлены в приложение Д и Г соответственно.

3.4 Оценка технологичности изделия как сборочной единицы

Установщик SMD компонентов относится к электромеханическим изделиям, для которых установлен перечень из семи следующих основных показателей.

1 Коэффициент точности обработки:

$$K_{т.о.} = 1 - \frac{Д_{т.ч.}}{Д}, \quad (1)$$

где $Д_{т.ч.}$ – число точных деталей по 7 качеству и точнее,

Д – общее число деталей

$$K_{т.о.} = 1 - \frac{0}{27} = 1 \quad (2)$$

Детали:

- Корпус – 1;
- Плата – 1;
- Кронштейн – 4;
- Направляющая 1 – 1;
- Направляющая 2 – 1;
- Кронштейн – 1;
- Лоток – 1;
- Планка – 2;
- Корпус камеры – 1;
- Пластина – 4;
- Ось – 5;
- Втулка – 1;
- Направляющая – 2;
- Шток – 1;
- Кронштейн – 1;

2 Коэффициент прогрессивности формообразования:

$$K_{\Phi} = \frac{D_{\text{пр}}}{D}, \quad (3)$$

где $D_{\text{пр}}$ – число деталей, полученных прогрессивными формообразованиями (литье, штамповка, прессование пластмасс в пресс-формы).

$$K_{\Phi} = \frac{1}{27} = 0,04, \quad (4)$$

3 Коэффициент сложности обработки:

$$K_{с.о.} = 1 - \frac{D_{\text{м}}}{D}, \quad (5)$$

где D_m – число деталей заимствованных и стандартных, требующих обработки со снятием стружки

$$K_{c.o.} = 1 - \frac{6}{27} = 0,78 \quad (6)$$

Кронштейны поз 6. и направляющие поз.13. Требуется обработки т.к. является покупными изделиями.

4 Коэффициент повторяемости деталей и узлов:

$$K_{повд} = 1 - \frac{D_T + E_T}{D + E}, \quad (7)$$

где D_T – число типоразмеров деталей;

E_T – число типоразмеров узлов;

E – число узлов.

$$K_{повд} = 1 - \frac{15+1}{27+1} = 1 - \frac{16}{28} = 0,43 \quad (8)$$

К узлам относятся: каретка поз.39. Повторяются кронштейн поз.3, планка поз.8, пластина поз. 10, ось поз. 5.

5 Коэффициент сборности изделия:

$$K_{сб} = 1 - \frac{E}{D + E} \quad (9)$$

$$K_{сб} = 1 - \frac{2}{0+2} = 0 \quad (10)$$

6 Коэффициент сложности сборки:

$$K_{с.сб} = 1 - \frac{E_{т.сл}}{E}, \quad (11)$$

где $E_{т.сл}$ – число типоразмеров узлов в изделии, требующих регулировки или совместной обработки с последующей разборкой и сборкой.

$$K_{с.сб} = 1 - \frac{1}{2} = 0,5 \quad (12)$$

7 Коэффициент использования материала:

$$K_M = \frac{M}{M_M}, \quad (13)$$

где M – масса изделия без комплектующих;

M_M – масса заготовки.

Примем $K_M = 0,9$, т.к практически все детали имеют малый отход материала.

Технологичность изделия оценивается комплексным показателем технологичности, определяемым на основе базовых показателей:

$$K = \frac{\sum_{i=1}^n K_i \cdot \varphi_i}{\sum_{i=1}^n \varphi_i}, \quad (14)$$

где K_i – расчетный базовый показатель соответствующих класса блоков;

φ_i – коэффициент весовой значимости показателя;

i – порядковый номер показателя в ранжированной последовательности;

n – число базовых показателей, определяемых на данной стадии разработки изделия.

$$K = \frac{1 \cdot 1 + 0,04 \cdot 1 + 0,78 \cdot 0,75 + 0,43 \cdot 0,5 + 0 \cdot 0,31 + 0,5 \cdot 0,187 + 0,9 \cdot 0,11}{1 + 1 + 0,75 + 0,5 + 0,31 + 0,187 + 0,11} = \frac{2,023}{3,857} = 0,53 \quad (15)$$

Уровень технологичности разрабатываемого изделия при известном нормативном комплексном показателе согласно ГОСТ 14.202-73, оценивают отношением достигнутого комплексного показателя к нормативному K_H . Это отношение должно удовлетворять $\frac{K}{K_H} \geq 1$. Для электромеханических блоков $K_H = 0,4$.

$$\frac{K}{K_H} = \frac{0,53}{0,4} = 1,325 > 1; \quad (16)$$

Т.е. условие технологичности выполняется.

3.5 Проверка работоспособности (для одной из осей перемещения)

Для того, чтобы проверить работоспособность данного установщика была собрана электрическая схема, представленная на рисунке 34. А так же был собран макет конструкции из деталей старого принтера, закреплен шаговый двигатель с зубчатым шкивом к кронштейну с направляющими.

Перемещение производится с помощью ременной передачи. Данная конструкция представлена на рисунке 44.

В качестве программы управления шагового двигателя было достаточно программы Arduino. В ней через монитор порта вводилось перемещение по одной координате. На рисунке 45 представлен монитор порта отработанной команды перемещения.

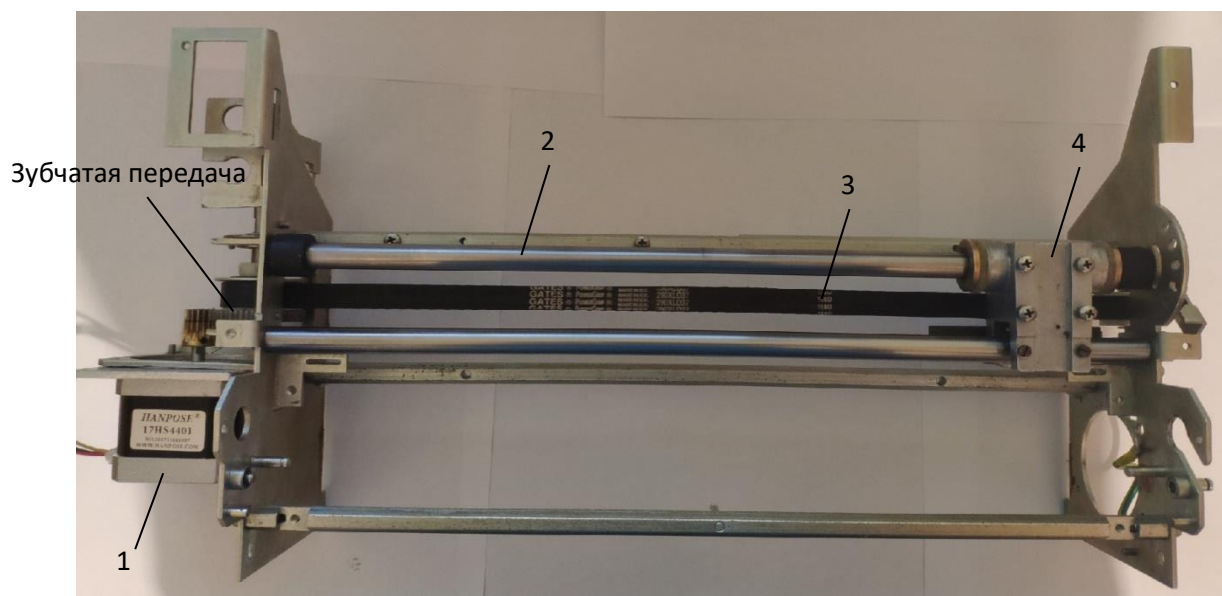


Рисунок 44 – Конструкция макета для проверки работоспособности

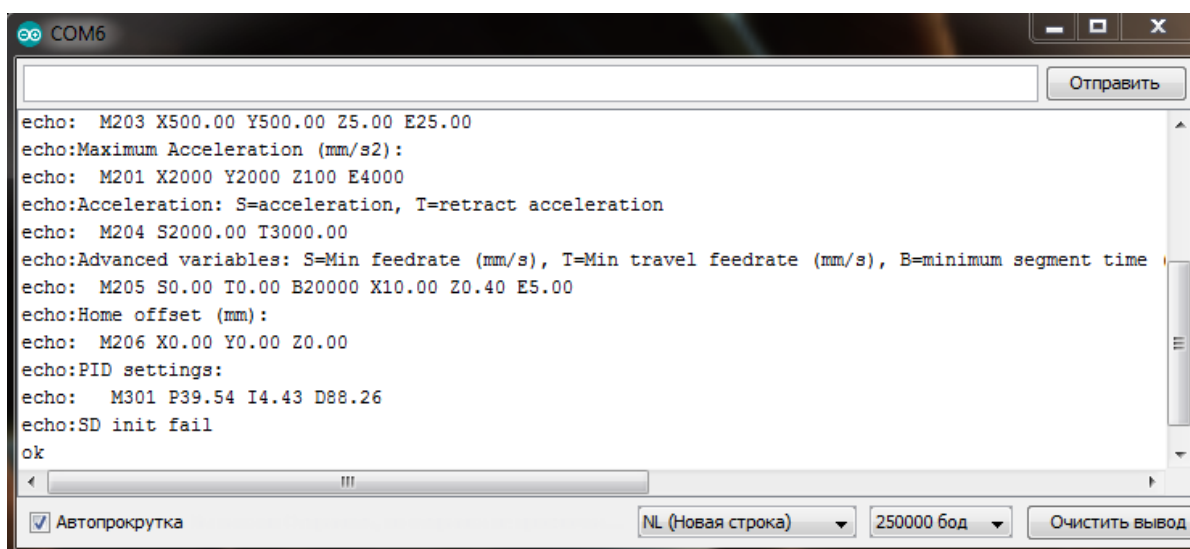


Рисунок 45 – Монитор порта программы Arduino

Для регистрации перемещения, на каретку 4 был закреплен пишущий инструмент 6, а под ним был расположен картонный лист.

Для повышения достоверности полученных результатов регистрация перемещений проводилась на направляющих конструкции (рисунок 45).

Цветными отметками показаны контрольные точки.

Контрольные точки имели следующие значения: 100, 150, 200 мм.

Результаты перемещений представлены на рисунке 46-47.

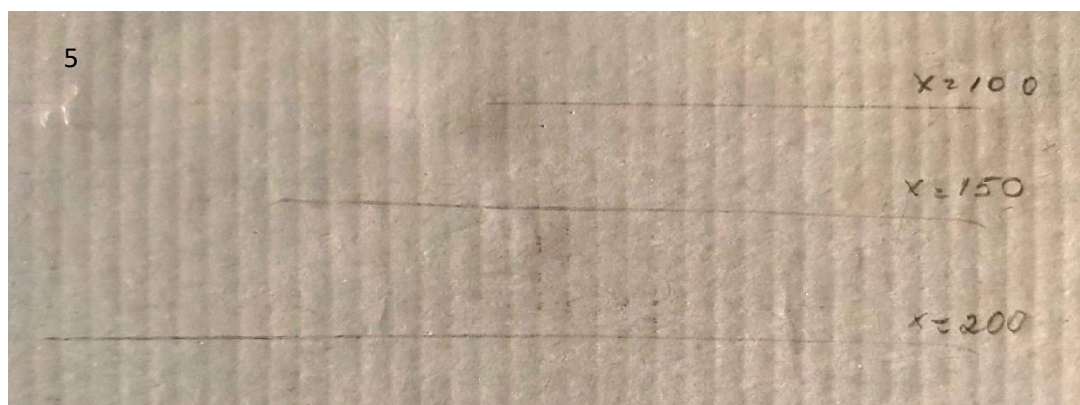


Рисунок 46 – Зафиксированные результаты перемещений



Рисунок 47 – Фиксирование результатов перемещения

В результате измерения приведены в таблице 5.

Таблица 5 - Результаты измерения перемещения

Вводимая величина в программу	Измеренное значение, мм
100	70
150	105
200	140

Значения, вводимые в программу и измеренные, не совпадают из-за наличия у используемой конструкции старого принтера дополнительной зубчатой передачи с передаточным числом 7. Если его исключить, то значения будут совпадать с высокой точностью.

Для задания перемещения в мониторе порта программы Arduino необходимы базовые знания G-кода. В данном случае использовалась команда:

G00 X*

Вместо * было одно из трех значений.

3.6 Точность позиционирования

Точность позиционирования в данных типах устройства определяется относительно осей X и Y. Для перемещения вдоль оси Z и перемещения штока клея вдоль той же оси микрошаг шагового двигателя может быть другой.

Шаговый двигатель Nema 17 имеет 200 шагов на один оборот.

Минимальный микрошаг 1/16 шага (при драйвере A4988) и 1/32 (при драйвере DRV8825). В данном случае A4988 с микрошагом 1/8.

Таким образом, получим:

$$t = 200 \cdot 8 = 1600 \text{ шагов на } 360 \text{ градусов.} \quad (17)$$

Шкив имеет диаметр 12,22 мм.

Длина окружности шкива:

$$C = \pi \cdot d = 3,14 \cdot 12,22 = 38,37 \text{ мм} \quad (18)$$

Поворот на один шаг даст линейное перемещение:

$$L = \frac{D}{t} = \frac{38,37}{1600} = 0,02398 \approx 24 \text{ мкм} \quad (19)$$

Таким образом, точность позиционирования данного устройства составляет ± 24 мкм. У выбранного прототипа СНМТ48VA точность позиционирования составляет ± 25 мкм. Это говорит о том, что разработанное устройство не уступает по точности прототипу и соответствует требованию ТЗ.

3.7 Расчет производительности установщика

Определим скорость перемещения вдоль одной из осей экспериментально:

Расстояние 200 мм, время за которое головка проходит такое расстояние составляет 4 сек., следовательно, скорость будет составлять 50 мм/сек.

Среднее расстояние перемещение по X или Y составляет 100 мм. Это расстояние бегущая головка проходит дважды. Таким образом, общее расстояние без учета перемещения по Z и отработки корректировки от камер, составляет 200 мм.

Время установки одного компонента составляет 4 сек.

Таким образом, производительность:

$$P = \frac{3600}{4} = 900 \text{ комп/час.} \quad (20)$$

У прототипа производительность составляет 6000 комп/сек., это в первую очередь обусловлено тем, что прототип имеет два сопла.

Можно увеличить скорость шагового двигателя увеличив микрошаг до 1/4, тем самым уменьшив время установки компонентов, следовательно

увеличим производительность. Но это приведет понижению точности позиционирования в два раза.

Таким образом, данное устройство уступает прототипу по производительности в несколько раз. Но благодаря освобождению места под клей (вместо второго сопла) теперь нет необходимости приобретать дополнительное устройство для нанесения клея.

3.8 Заключение по разделу

В ходе выполнения ВКР разработан установщик SMD компонентов на печатные платы. Проведен обзор по научно-технической литературе и сайтам предприятий-производителей установщиков, выбран прототип, разработана структурная схема, схема электрическая принципиальная, разработана конструкция установщика, подобраны компоненты и программное обеспечение, произведена проверка системы управления перемещением головки по одной оси, разработана спецификация и технологическая карта сборки установщика. Также проведена оценка технологичности устройства.

Все параметры разработанного установщика соответствуют требованиям технического задания.

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Т.к. установщик SMD компонентов на печатные платы является весьма узкоспециализированным прибором, то потребителями данного результата исследования будут немногочисленными. Но благодаря довольно высокой скорости технического прогресса, электронные приборы становятся все более и более сложными, что усложняет конструирование и увеличивает время на изготовление продукции. Связи с этим появляется большая необходимость данных типов приборов. Несмотря на то, что данный тип прибора, представленный в данной работе, рассматривается в условиях единичного и мелкосерийного производства.

Такие приборы, вроде того, что представлен, позволяют сэкономить время сборки печатных плат: установка компонентов на печатные платы, пайка, нанесение лако-защитного покрытия, произвести контроль.

Таким образом, потенциальными потребителями данного результатов исследования будут те, которые связаны с разработкой печатных плат. Если говорить о ближайших предприятиях (г. Томск), ими могут быть:

НПЦ «Полюс» и машиностроительное предприятие ООО «Ильма».

4.2 SWOT – анализ

В таблице 6 представлена матрица SWOT – анализа.

Таблица 6 - Матрица SWOT - анализа

	Сильные стороны НТИ: С1: Более низкая стоимость производства по сравнению с другими	Слабые стороны НТИ: Сл1: Большое количество конкурентов за рубежом. Сл2: Отсутствие у
--	--	--

Продолжение таблицы 6

	<p>установщиками , а значит большая доступность для потребителей.</p> <p>С2: Более меньший вес прибора, что позволяет, сэкономит на его транспортировке.</p> <p>С3: Меньшая трудоемкость по сравнению с другими вариантами (из-за простоты конструкции).</p> <p>С4: Имеется возможность передачи полномочий сборки на потребителя с целью уменьшения стоимость продукта, и тем самым увеличение количества потребителей.</p> <p>С5: Легкая заменимость сломанных деталей (простота конструкции).</p>	<p>потенциальных потребителей квалифицированных кадров по работе с научной разработкой.</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1: Небольшая конкуренция внутри страны.</p> <p>В2: Повышение стоимости конкурентных разработок (пример: иностранные установщики).</p> <p>В3: Появление дополнительного спроса на новый продукт (в том числе, из-за малого наличия конкурентов в стране).</p> <p>В4: Использование инновационной</p>	<p>1. Занять большую долю отечественного рынка производства продукции (малая конкуренция внутри страны).</p> <p>2. Имеется возможность отказа от кадров сборки (экономия в ЗП и энергосбережение).</p>	<p>1. Привлечение новых заказчиков.</p> <p>2. Повышение квалификации кадров (обучение персонала предприятия), что позволит получить дополнительный доход.</p>

Продолжение таблицы 6

инфраструктуры ТПУ Угрозы: У1: Развитая конкуренция технологий производства за рубежом (Сложность получить место на рынке за рубежом). У2: Наличие малого спроса на новые технологии производства.	1. Развивать производство на отечественном рынке. 2. Применение новых технологий с целью появления спроса.	1. Можно легко укрепиться на отечественном рынке.
---	---	---

4.3 Структура работ в рамках научного исследования

Для правильного планирования, а также финансирования и определения трудоемкости выполнения НИР необходимо ее разбить на этапы. Этап является крупной частью работы, которая имеет самостоятельное значение.

В таблице 7 представлен перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, распределение исполнителей по видам работ.

Таблица 7 - Перечень этапов работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб.	Содержание работы	Должность исполнителя
Разработка задания на НИР	1	Содержание и утверждение задания НИР	Руководитель, Инженер
Проведение НИР			
Выбор направления исследования	2	Подбор и изучение материалов по теме. Провести обзор по научной, патентной и коммерческой информации.	Инженер
	3	Проведение сравнительного анализа по техническим и экономическим параметрам	Инженер
	4	Выбор прототипа	Инженер

Продолжение таблицы 7

	5	Календарное планирование работ по теме	Инженер, Руководитель
Теоритические и экспериментальные исследования	6	Проведение теоритических расчетов.	Инженер
	7	Построение модели	Руководитель, инженер
	8	Изучение программирования по данной тематике	Инженер
Обобщение и оценка результатов	9	Оценка эффективности полученных результатов.	Руководитель, инженер
	10	Определение целесообразности проведения ОКР.	Руководитель, инженер
Проведение ОКР			
Разработка технической документации и проектирование	11	Разработка структурной схемы	Инженер
	12	Выбор и расчет конструкции	Руководитель, инженер
Изготовление и испытание макета (опытного образца)	13	Конструирование, программирование и изготовление макета (опытного образца)	Инженер, Руководитель
	14	Калибровка	Инженер
	15	Испытания	Руководитель, инженер
Оформление отчета по НИР	16	Составление пояснительной записки	Инженер

4.4 Определение трудоемкости выполнения работ

Расчет трудоемкости осуществляется опытно-статистическим методом, основанный на определении ожидаемого времени выполнения работ в чел.-днях по формуле:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \quad (21)$$

где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

$t_{\min i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположение наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположение наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

Для установления продолжительности работы в рабочих днях используем формулу:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{ч_i}, \quad (22)$$

T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожi}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, раб. дн.;

$ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

4.5 Разработка графика проведения НТИ

Для удобства построения план – графика, длительность этапов в рабочих днях переводить в календарные дни и рассчитывается по следующей формуле:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k, \quad (23)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения одной работы, календ. дн.;

k – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (24)$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 52 - 14} = 1,22 \quad (25)$$

Данные взяты за 2018 год.[1].

Все рассчитанные значения сведены в таблицу 8.










Таблица 8 - Временные показатели проведения НИР

№ раб.	Исполнитель	Трудоемкость работ			Длительность работ в раб.дн. T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
		t_{min} , чел-дн.	t_{max} , чел-дн.	$t_{ожі}$, чел-дн.		
1	Руководитель, Инженер	1	3	1,8	0,9	1
2	Инженер	3	5	3,8	3,8	5
3	Инженер	2	3	2,4	2,4	3
4	Инженер	1	2	1,4	1,4	2
5	Руководитель, Инженер	1	2	1,4	0,7	1
6	Инженер	5	8	6,2	6,2	8
7	Руководитель, Инженер	7	12	9	4,5	5
8	Инженер	15	18	16,2	16,2	20
9	Руководитель, Инженер	1	2	1,4	0,7	1
10	Руководитель, Инженер	4	6	4,8	2,4	3
11	Инженер	4	6	4,8	4,8	6
12	Руководитель, Инженер	3	5	3,8	1,9	2
13	Руководитель, Инженер	15	21	17,4	8,7	11
14	Инженер	3	5	3,8	3,8	5
15	Руководитель, Инженер	3	5	3,8	1,9	2
16	Инженер	15	17	15,8	15,8	19
ИТОГ						93












На основе таблице 9 построим план – график. Воспользуемся диаграммой Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ. [12].

Таблица 9 - Календарный график проведения НИР

№ раб .	Вид работ	Испол-ли	T_{ki}	Продолжительность работ				
				Февр.	Март	Апрель	Май	Июнь
1	Содержание и утверждение задания НИР	Руководитель, Инженер	1					
2	Подбор и изучение материалов по теме. Провести обзор по научной, патентной и коммерческой информации.	Инженер	5					
3	Проведение сравнительного анализа по техническим и экономическим параметрам	Инженер	3					
4	Выбор прототипа	Инженер	2					
5	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, Инженер	1					
6	Проведение теоретических расчетов.	Инженер	8					
7	Построение модели	Руководитель, Инженер	5					
8	Изучение программирования по данной тематике	Инженер	20					
9	Оценка эффективности и полученных результатов.	Руководитель, Инженер	1					

Продолжение таблицы 9

10	Определение целесообразности проведения ОКР.	Руководитель, Инженер	3			 		
11	Разработка структурной схемы	Инженер	6					
12	Выбор и расчет конструкции	Руководитель, Инженер	2			 		
13	Конструирование, программирование и изготовление макета (опытного образца)	Руководитель, Инженер	11			 		
14	Калибровка	Инженер	5					
15	Испытания	Руководитель, Инженер	2			 		
16	Составление пояснительной записки	Инженер	19					



- Руководитель



- Инженер

4.6 Бюджет научно-технического исследования

При планировании бюджета НТИ должны быть отображены все виды расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группа затрат НТИ:

Материальные затраты НТИ;

- Затраты на спец. оборудование для научных (экспериментальных) работ;

- Основная зарплата исполнителей темы;
- Дополнительная зарплата исполнителей темы;
- Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- Затраты научные и производительные командировки;
- Контрагентные расходы;
- Накладные расходы.

4.7 Расчет материальных затрат НТИ

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта:

- приобретаемые со стороны сырье и материалы, необходимые для создания научно-технической продукции;
- покупные материалы, используемые в процессе создания научно
- технической продукции для обеспечения нормального технологического процесса и для упаковки продукции или расходуемых на другие производственные и хозяйственные нужды (проведение испытаний, контроль, содержание, ремонт и эксплуатация оборудования, зданий, сооружений, других основных средств и прочее), а также запасные части для ремонта оборудования, износа инструментов, приспособлений, инвентаря, приборов, лабораторного оборудования и других средств труда, не относимых к основным средствам, износ спецодежды и других малоценных и быстроизнашивающихся предметов;
- покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты, подвергающиеся в дальнейшем монтажу или дополнительной обработке;
- сырье и материалы, покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты, используемые в качестве объектов исследований (испытаний) и для эксплуатации, технического обслуживания и ремонта изделий – объектов испытаний (исследований);

В материальные затраты, помимо вышеуказанных, включаются дополнительно затраты на канцелярские принадлежности, диски, картриджи и т.п. Однако их учет ведется в данной статье только в том случае, если в научной организации их не включают в расходы на использование оборудования или накладные расходы. В первом случае на них определяются соответствующие нормы расхода от установленной базы. Во втором случае их величина учитывается как некая доля в коэффициенте накладных расходов.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$З_M = (1 + K_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхi}, \quad (26)$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расхi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

K_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Значения цен на материальные ресурсы могут быть установлены по данным, размещенным на соответствующих сайтах в Интернете предприятиями-изготовителями (либо организациями-поставщиками).

Величина коэффициента (K_T), отражающего соотношение затрат по доставке материальных ресурсов и цен на их приобретение, зависит от условий договоров поставки, видов материальных ресурсов, территориальной удаленности поставщиков и т.д. Транспортные расходы принимаются в пределах 15-25% от стоимости материалов.

В данной случае почти все комплектующие были заказаны с интернет - магазина «алиэкспресс» с бесплатной доставкой так, что транспортные расходы равны 0. Двигатели шли в комплекте.

Материальные затраты, необходимые для данной разработки, заносятся в таблицу 10.

Таблица 10 - Материальные затраты

Наименование	Ед. измерения	Кол-во	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (З _м), руб.
Шаговый двигатель Nema 17	комплект	4	1462,47	1462,47
ЖК-дисплей, Arduino Mega 2560, 6 концевых выключателей, драйвера для двигателей, Плата Ramps 1.4	комплект	1	1 887,24	1 887,24
Блок питания	шт	1	1 611,29	1 611,29
Исполнительный механизм (в том числе вакуумный инжектор, клапаны)	шт	1	6 687,39	6 687,39
Держатель	шт	1	6 534,57	6 534,57
Питатели	шт	3	861,14	2 583,42
Направляющие 8*370 мм (оптическая ось)	шт	2	206,59	422,76
Направляющие 8*370 мм (оптическая ось)	шт	2	160,70	321,40
Ось 5*300 мм (оптическая ось)	шт	5	396,22	396,22
Крепежный кронштейн	шт	4	80,05	320,2
3 шкива и ремень (5м)	шт	2	380,06	760,12
3 шкива зубчатых	шт	3	22,01	66,03
Подшипник MR105ZZ	комплект	10	158,25	158,25
Каретка	комплект	1	5 726,65	5 726,65
Ось для шкивов 100мм	шт	1	297,96	297,96
Муфта	шт	1	190,69	190,69

Продолжение таблицы 10

Стяжка пластиковая 1м	шт	1	278,09	278,09
Направляющие для платы 5*400	шт	4	444,25	1 777,00
Пружина	шт	10	304,85	304,85
Алюминиевая пластина 400*400*5 мм	шт	1	4 734,60	4 734,60
Уголки алюминиевые (для корпуса)	метр	5	80	400
Алюминиевый лист (для корпуса) 2*1000*400 мм	шт	1	1610	1610
Алюминиевый лист (для корпуса) 2*1200*250 мм	шт	1	1220	1220
Камера	шт	1	3 315,83	3 315,83
Корпуса камеры	шт	1	500	500
Удлинитель - адаптер	шт	1	179,37	179,37
Антивибрационный коврик	шт	4	-	56,02
Алюминиевая пластина 12*50*200 мм (для крепежей и питателя 2)	шт	1	510	510
Пружина 5*50 мм	шт	2	227,38	454,76
Алюминиевая пластина 5*50*300 мм (для пластин под кронштейн)	шт	1	90,02	90,02
Алюминиевая пластина 2*398*225 мм (для направляющих под провода)	шт	1	480	480
Полированный вал цилиндрический 1м	шт	1	540	540
Клей красный	шт	1	632,12	632,12
			Итого:	39 974,75

Из затрат на материальные ресурсы, включаемых в себестоимость продукции, исключается стоимость возвратных отходов.

Под возвратными отходами производства понимаются остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, теплоносителей и других видов материальных ресурсов, образовавшиеся в процессе производства научно - технической продукции, утратившие полностью или частично потребительские качества исходного ресурса (химические или физические свойства) и в силу этого используемые с повышенными затратами (понижением выхода продукции) или вовсе не используемые по прямому назначению.

Возвратные отходы в данной работе отсутствуют.

Специальное оборудование в НТИ не используется.

Для проведения научно-исследовательской работы требуется компьютер.

Срок полезного использования: компьютер – по третьей группе (техника электронно- вычислительная): 15 лет [13].

Рассчитываем материальные затраты когда используется один компьютер стоимостью 167000 рублей

Амортизация основных фондов – сумма амортизационных отчислений на полное восстановление основных производственных фондов, вычисленная исходя из их балансовой стоимости и утвержденных норм амортизации. Корректно при расчете затрат учитывать в году приобретения и в последующие годы только ту часть затрат, которая происходит от старения основных фондов в каждом году [3].

Рассчитаем амортизацию оборудования техники $I_{ам.обор}$, по следующей формуле:

$$I_{ам.обор} = \left(\frac{T_{исп.обор}}{365} \right) \times K_{обор} \times H_a, \quad (27)$$

где $T_{исп.обор}$ – время использования оборудование;

365 дней – количество дней в году;

$K_{\text{обор}}$ – стоимость оборудования;

H_a – норма амортизации.

$$H_a = \frac{1}{T_{\text{с.с. обор.}}}, \quad (28)$$

где $T_{\text{с.с. обор.}}$ – срок службы оборудования

$$I_{\text{амкомп}} = \left(\frac{307}{365} \right) \cdot 167000 \cdot \frac{1}{15} = 9364,2 \quad (29)$$

Так как для исследования нужен только компьютер, то $I_{\text{ам.комп}} = I_{\text{ам.обор.}}$.

Таким образом, материальные затраты НТИ составляют 49 339 руб.

4.7.1 Основная заработная плата исполнителей темы

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 – 30 % от тарифа или оклада. Расчет основной заработной платы сводится в таблице 11.

Таблица 11 - Расчет основной заработной платы

№ п/ п	Наименование этапов	Исполнители по категориям	Трудо- емкость, чел.- дн.	Зар. плата, приходящаяся на один чел.- дн., тыс. руб.	Всего зар. плата по тарифу (окладам), тыс. руб.
1	Содержание и утверждение задания НИР	Руководитель, Инженер	1	1827,9 1302,5	3130,4

Продолжение таблицы 11

2	Подбор и изучение материалов по теме. Провести обзор по научной, патентной и коммерческой информации.	Инженер	6	1302,5	6512,5
3	Проведение сравнительного анализа по техническим и экономическим параметрам	Инженер	4	1302,5	3907,5
4	Выбор прототипа	Инженер	2	1302,5	2605
5	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, Инженер	1	1827,9 1302,5	3130,4
6	Проведение теоритических расчетов.	Инженер	9	1302,5	10420
7	Построение модели	Руководитель, Инженер	7	1827,9 1302,5	15652
8	Изучение программирования по данной тематике	Инженер	24	1302,5	26050
9	Оценка эффективности и полученных результатов.	Руководитель, Инженер	1	1827,9 1302,5	3130,4
10	Определение целесообразности проведения ОКР.	Руководитель, Инженер	4	1827,9 1302,5	9391,2
11	Разработка структурной схемы	Инженер	7	1302,5	7815

Продолжение таблицы 11

12	Выбор и расчет конструкции	Руководитель, Инженер	3	1827,9 1302,5	6260,8
13	Конструирование, программирование и изготовление макета (опытного образца) макета (опытного образца)	Руководитель, Инженер	13	1827,9 1302,5	34434,4
14	Калибровка	Инженер	6	1302,5	6512,5
15	Испытания	Руководитель, Инженер	3	1827,9 1302,5	6260,8
16	Составление пояснительной записки	Инженер	23	1302,5	24747,5
				Итого:	169 960,4 руб.

Основная заработная плата ($Z_{\text{осн}}$) руководителя (инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p \quad (30)$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата одного работника;

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (таблица 8);

$Z_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника, руб. Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d} \quad (31)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

М – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб. дня М = 11,2 месяца, 5 - дневная неделя; при отпуске в 48 раб. дней М = 10,4 месяца, 6 - дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (табл. 12).

Оклад научного руководителя – доцента, кандидата технических наук – 33664 руб. С учетом северного коэффициента $33664 \cdot 1,3 = 43763,2$ руб.

Рабочих дней в 2018 году: 247. Следовательно, среднедневная заработная плата научного руководителя:

$$Z_{\text{дн рук}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d} = \frac{43763,2 \cdot 10,4}{249} = 1\,827,9 \text{ руб.} \quad (32)$$

Оклад инженера-ассистента без научной степени 26300 руб. С учетом северного коэффициента $26300 \cdot 1,3 = 34190$ руб. Среднедневная заработная плата инженера:

$$Z_{\text{дн инж}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d} = \frac{34190 \cdot 10,4}{273} = 1\,302,5 \text{ руб.} \quad (33)$$

Таким образом, основная заработная плата руководителя НИР составляет 47 525,4 руб., а инженера – 122 435 руб.

Таблица 12 - Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руковод-ль	Инженер
Календарное число дней	365	
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	44	48
- праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
- отпуск	56	28
- невыходы по болезни	2	2
Действительный годовой фонд рабочего времени	249	273

Основная заработная плата руководителя (от ТПУ) рассчитывается на основании отраслевой оплаты труда. Отраслевая система оплаты труда в ТПУ предполагает следующий состав заработной платы:

1) оклад – определяется предприятием. В ТПУ оклады распределены в соответствии с занимаемыми должностями, например, ассистент, ст. преподаватель, доцент, профессор (см. «Положение об оплате труда», приведенное на интернет-странице Планово-финансового отдела ТПУ).

2) стимулирующие выплаты – устанавливаются руководителем подразделений за эффективный труд, выполнение дополнительных обязанностей и т.д.

3) иные выплаты; районный коэффициент.

4.7.2 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$З_{\text{доп}} = K_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} \quad (34)$$

где $K_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

Для руководителя проекта дополнительная зар.плата:

$$З_{\text{доп}} = K_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,12 \cdot 47525,4 = 5\,703,1 \text{ руб.} \quad (35)$$

Для инженера дополнительная зар.плата:

$$З_{\text{доп}} = K_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,12 \cdot 122435 = 14\,692,2 \text{ руб} \quad (36)$$

Таким образом, общая дополнительная заработная плата НИР составляет 20 395,3 руб.

4.7.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{\text{внеб}} = K_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}), \quad (37)$$

где $K_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2014 г. в соответствии с Федеральным закона от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2014 году водится пониженная ставка – 27,1%.

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в табличной форме (табл. 13).

Таблица 13 - Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная зар.плата, руб.	Дополнительная зар.плата, руб
Руководитель проекта	47 525,4	5 703,1
Инженер	122 435	14 692,2
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,271	
Итого:	51 586,4 руб.	

В данной работе затрат на научные и производственные командировки и контрагентные расходы отсутствуют.

4.7.4 Накладные налоги

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = \left(\frac{\text{сумма статей}}{\text{кол-во статей}} \right) \cdot K_{\text{нр}} = \frac{49\,339 + 169\,960,4 + 20\,395,3 + 51\,586,4}{4} \cdot 0,16 = \frac{291\,281,1}{4} \cdot 0,16 = 11\,651,24 \text{ руб.} \quad (38)$$

где $K_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

4.7.5 Формирование бюджета затрат научно–исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно- технической продукции.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в табл. 14.

Таблица 14 -Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма	Примечание
1.Материальные затраты НТИ	49 339	Пункт 3.4.1
2.Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	0	
3.Затраты по основной зарплате исполнителей темы	169 960,4	Пункт 3.4.2
4.Затраты по доп. зарплате исполнителей темы	20 395,3	Пункт 3.4.3
5.Отчисления во внебюджетные фонды	51 586,4	Пункт 3.4.4
6.Затраты на научные и производственные командировки	0	
7.Контрагентные расходы	0	
8.Накладные расходы	11 651,24	Пункт 3.4.5
9.Бюджет затрат НТИ	302 932,34	Сумма ст. 1-5

4.8 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

В предыдущих разделах НИР был произведен обзор существующих установщиков SMD компонентов на печатные платы, а также был выбран прототип. Теперь необходимо произвести оценку конкурентных технических решений.

Оценочная карта конкурентных технических решений приведена в таблице 15.

Таблица 15 -Оценочная карта конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критр-ия	Баллы			Конкуренто-способность		
		СН МТ4 8VA	B800	M80 2A	СН МТ4 8VA	B800	M80 2A
Технические и экономические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Производительность	0,15	5	3	4	0,75	0,45	0,6
2. Точность позиционирования	0,3	5	4	5	1,5	1,2	1,5
3. Кол-во питателей	0,1	4	5	4	0,4	0,5	0,4
4. Малые габариты	0,05	5	4	5	0,25	0,2	0,25
5. Максимальный размер	0,1	4	5	4	0,4	0,5	0,4

Продолжение таблицы 15

ПП 5. Максимальный размер ПП	0,1	4	5	4	0,4	0,5	0,4
6. Цена	0,3	4	3	5	1,2	0,9	1,5
Итого	1				4,5	3,75	4,65

Таким образом, большую конкурентоспособность имеет модель M802A. И является аналогом прототипа данного проекта.

4.9 Заключение

В результате исследования целевого рынка была установлена низкая конкуренция на российском рынке установщиков smd компонентов на печатные платы. В данной нише представлено наименьшее количество разнообразных моделей. Также была обнаружена пустая ниша в сегменте недорогих установщиков smd компонентов на зарубежном рынке.

Была проведена оценка сравнительной эффективности конкурентных разработок с позиции ресурсоэффективности. Общим недостатком данных продуктов является высокая стоимость. Конкурентным преимуществом нашей разработки является относительно низкая цена и универсальность. По

результатам исследования было решено, что разработка является актуальной и перспективной и имеет смысл продолжать исследования по данной теме.

Для комплексного анализа разработки и ее перспективности на рынке была использована технология SWOT. Были выявлены сильные и слабые стороны проекта, а также возможности и угрозы для дальнейших исследований.

В ходе выполнения раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» были решены следующие задачи:

1. Определена трудоемкость проведения работ. Ожидаемая трудоемкость работ для научного руководителя и инженера составила 98 чел-дней. Общая максимальная длительность выполнения работы составила 93 календарных дней.
2. Суммарный бюджет затрат НИР составил – 302 932,34 рублей.
3. Определена ресурсоэффективность существующих уже установщиков smd компонентов.

Глава 5 Социальная ответственность

Научно-исследовательская работа направлена на разработку конструкции установщика SMD компонентов на печатные платы.

Данное устройство устанавливает SMD компоненты на печатные платы, после нанесения на место пайки клея, с заданной точностью и производительностью.

5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

5.1.1 Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства

Согласно ТК РФ, N 197 -ФЗ каждый работник имеет право на:

- рабочее место, соответствующее требованиям охраны труда;
- обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в соответствии с федеральным законом;
- отказ от выполнения работ в случае возникновения опасности для его жизни и здоровья вследствие нарушения требований охраны труда, за исключением случаев, предусмотренных федеральными законами, до устранения такой опасности;
- обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты в соответствии с требованиями охраны труда за счет средств работодателя;
- внеочередной медицинский осмотр в соответствии с медицинскими рекомендациями с сохранением за ним места работы (должности) и среднего заработка во время прохождения указанного медицинского осмотра;

5.1.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Рабочее место должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78. Оно должно занимать площадь не менее 6 м², высота помещения должна быть не менее 4 м, а объем - не менее 20 м³ на одного человека. Высота над уровнем пола рабочей поверхности, за которой работает оператор, должна составлять 720 мм. Оптимальные размеры поверхности стола 1600 x 1000 кв. мм. Под столом должно иметься пространство для ног с размерами по глубине 650 мм. Рабочий стол должен также иметь подставку для ног, расположенную под углом 15° к поверхности стола. Длина подставки 400 мм, ширина - 350 мм. Удаленность клавиатуры от края стола должна быть не более 300 мм, что обеспечит удобную опору для предплечий. Расстояние между глазами оператора и экраном видеодисплея должно составлять 40 - 80 см. Так же рабочий стол должен быть устойчивым, иметь однотонное неметаллическое покрытие, не обладающее способностью накапливать статическое электричество. Рабочий стул должен иметь дизайн, исключающий онемение тела из-за нарушения кровообращения при продолжительной работе на рабочем месте.

5.2. Производственная безопасность

Разрабатываемый установщик SMD компонентов подразумевает использование электронной вычислительной машины (ЭВМ) и сетевого оборудования. С точки зрения социальной ответственности целесообразно рассмотреть вредные и опасные факторы, которые могут возникать при разработке установщика SMD компонентов, а также требования по организации рабочего места.

5.2.1. Анализ потенциально возможных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований

Для выбора факторов использовался ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [15]. Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды представлены в таблице 16.

Таблица 16 - Опасные и вредные факторы при выполнении работ по разработке программного модуля

Источник фактора, наименование вида работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-2015)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1) Разработка установщика SMD компонентов с использованием сетевого оборудования 2) Работа с ЭВМ	1. Повышенный уровень электромагнитных полей; [2, 17] 2. Недостаточная освещенность рабочей зоны; [2,3, 17] 3. Повышенный уровень шума на рабочем месте; [2, 17] 4. Неудовлетворительный микроклимат [2, 17]	1. Поражение электрическим током	СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 СанПиН 2.2.2.542-96 СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 СанПиН 2.2.4.1191-03 СП 52.13330.2011 СанПиН 2.2.4.548-96 СН 2.2.4/2.1.8.562-96 ГОСТ 30494-2011

5.2.2. Разработка мероприятий по снижению воздействия потенциально возможных вредных и опасных факторов

При разработке установщика SMD компонентов малошумного вентилятора и использования оборудования в аудитории 208 4 корпуса ТПУ, основным источником потенциально возможных опасных факторов является

ЭВМ и сетевое электрооборудование, запитанное на 220 В. Использование данного оборудования может привести к наличию такого вредного фактора, как повышенная напряженность электрического поля.

К основной документации, которая регламентирует вышеперечисленные вредные факторы относится СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 "Гигиенические требования к электронно-вычислительным машинам и организации работы":

ЭВМ должны соответствовать требованиям настоящих санитарных правил и каждый их тип подлежит санитарно-эпидемиологической экспертизе с оценкой в испытательных лабораториях, аккредитованных в установленном порядке [17].

Допустимые уровни электромагнитных полей (ЭМП) в аудитории 208 8 корпуса ТПУ [18], создаваемых ЭВМ, не должны превышать значений [18], представленных в таблице 17.

Таблица 17 - Допустимые уровни ЭМП, создаваемых ЭВМ на рабочих местах

Наименование параметров	Диапазон	ДУ ЭМП
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	250 нТл
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	25 нТл
Напряженность электростатического поля		15 кВ/м

Требования к электрической безопасности при работе на ЭВМ:

Для предотвращения поражения электрическим током, где размещаются рабочие места с ЭВМ в аудитории 208 4 корпуса ТПУ, оборудование должно быть заземлено, занулено в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации [19].

Не следует размещать рабочие места с ЭВМ вблизи силовых кабелей, технологического оборудования, создающего помехи в работе ЭВМ [14].

Согласно разделу 1.1.13 правил устройства электроустановок (ПУЭ) [19] по степени опасности поражения электрическим током аудитория 208 4 корпуса ТПУ относится к классу без повышенной опасности. В данную категорию входят помещения, характеризующиеся относительной влажностью воздуха (до 75%), температурой воздуха менее 35 градусов, отсутствием токопроводящих полов, токопроводящей пыли.

Требования к освещению на рабочих местах, оборудованных ЭВМ:

Рабочие столы следует размещать таким образом, чтобы видеодисплейные терминалы были ориентированы боковой стороной к световым проемам, чтобы естественный свет падал преимущественно слева.

Искусственное освещение в помещениях для эксплуатации ЭВМ должно осуществляться системой общего равномерного освещения. В производственных и административно-общественных помещениях, в случаях преимущественной работы с документами, следует применять системы комбинированного освещения (к общему освещению дополнительно устанавливаются светильники местного освещения, предназначенные для освещения зоны расположения документов).

Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300 - 500 лк [19]. Освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана. Освещенность поверхности экрана не должна быть более 300 лк [19].

В качестве источников света при искусственном освещении следует применять преимущественно светодиодные светильники. При устройстве отраженного освещения в производственных и административно-общественных помещениях допускается применение металлогалогенных ламп. В светильниках местного освещения допускается применение ламп накаливания, в том числе галогенные [19].

В таблице 18 представлены нормируемые показатели естественного, искусственного и совмещенного освещения помещений жилых зданий.

Таблица 18 - Нормируемые показатели естественного, искусственного и совмещенного освещения помещений жилых зданий [6]

Помещение	Рабочая поверхность и плоскость плоскость нормирования КЕО и освещенности и высота плоскости над полом, м	Естественное освещение		Совмещенное освещение		Искусственное освещение		
		КЕО e_n , %		КЕО e_n , %		Освещенность рабочих поверхностей, лк	Показатель дискомфорта М, не более	Коэффициент пульсации освещенности, K_p , %, не более
		При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении	При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении			
Кабинеты	Г-0,0	3,0	1,0	1,8	0,6	300	-	-

Согласно специальной оценке условий труда в ТПУ [30] освещение в аудитории 208 4 корпуса ТПУ соответствует допустимому классу условий труда.

Требования к уровню шума

Характеристикой постоянного шума в аудитории 208 4 корпуса ТПУ являются уровни звукового давления в дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц, определяемые по формуле:

$$L = 20 \lg \frac{P}{P_0} \quad (39)$$

где P - среднеквадратичная величина звукового давления, Па;

P_0 - исходное значение звукового давления в воздухе, равное $2 \cdot 10^{-5}$ Па;

Предельно допустимые уровни звукового давления в октавных полосах частот, уровни звука и эквивалентные уровни звука для основных наиболее типичных видов трудовой деятельности и рабочих мест, разработанные с учетом категорий тяжести и напряженности труда, представлены в таблице 19.

Таблица 19 - Предельно допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни звука для основных наиболее типичных видов трудовой деятельности и рабочих мест

N пп	Вид трудовой деятельности, рабочее место	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука (дБА)
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Творческая деятельность, руководящая работа с повышенными требованиями, научная деятельность, конструирование и проектирование, программирование, преподавание и обучение, врачебная деятельность. Рабочие места в помещениях дирекции, проектно- конструкторских бюро, расчетчиков, программистов вычислительных машин, в лабораториях для теоретических работ и обработки данных, приема больных в здравпунктах	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

Согласно [21] уровень шума в аудитории 208 4 корпуса ТПУ не превышает допустимые нормы.

Требования к микроклимату

В помещениях жилых и общественных зданий следует обеспечивать оптимальные или допустимые параметры микроклимата. Микроклимат производственных помещений – это климат внутренней среды этих помещений, который определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности и скорости движения воздуха

Оптимальные величины показателей микроклимата необходимо соблюдать на рабочих местах производственных помещений, на которых выполняются работы, связанные с нервно-эмоциональным напряжением (на постах управления технологическими процессами, в залах вычислительной техники и др.).

Согласно нормативно-технической документации при нормировании параметров микроклимата выделяют холодный период года, характеризующийся среднесуточной температурой наружного воздуха, равной $+10^{\circ}\text{C}$ и ниже и теплый период года, характеризующийся среднесуточной температурой наружного воздуха выше $+10^{\circ}\text{C}$. Разграничение работ по категориям осуществляется на основе интенсивности общих энерготрат организма в ккал/ч (Вт) [16, 17].

208 аудитория 4 корпуса является помещением I а категории (с интенсивностью энерготрат до 120 ккал/ч, производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением)

Допустимые величины интенсивности теплового облучения (таблица 20) работающих на рабочих местах от производственных источников, нагретых до темного свечения (материалов, изделий и др.) [20].

Таблица 20 - Допустимые величины интенсивности теплового облучения

Облучаемая поверхность тела, %	Интенсивность теплового облучения, Вт/м ² , не более
50 и более	35
25-50	70
не более 25	100

В помещениях, оборудованных ПЭВМ, проводится ежедневная влажная уборка и систематическое проветривание после каждого часа работы на ЭВМ.

Для создания и автоматического поддержания в аудитории независимо от наружных условий оптимальных значений температуры, влажности, чистоты и скорости движения воздуха, в холодное время года используется водяное отопление, в теплое время года применяется кондиционирование воздуха. Кондиционер представляет собой вентиляционную установку, которая с помощью приборов автоматического регулирования поддерживает в помещении заданные параметры воздушной среды.

Согласно [17] параметры микроклимата в аудитории 208 4 корпуса ТПУ не превышают допустимые нормы.

5.3. Экологическая безопасность

В данном подразделе рассматривается характер воздействия проектируемого решения на окружающую среду. Выявляются предполагаемые источники загрязнения окружающей среды, возникающие в результате реализации предлагаемых в ВКР решений.

5.3.1. Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду

С точки зрения влияния на окружающую среду процесса разработки установщика SMD компонентов можно рассмотреть влияние пайки и

лужения при разработке печатной платы установщика SMD компонентов, а также влияние серверного оборудования при его утилизации.

Каждой разновидности процессов пайки и лужения присущи определённые вредные и опасные физические, биологические, и психофизические факторы, отличающихся как качественными, так и количественными характеристиками. При этом некоторые виды пайки образуют одновременно несколько производственных факторов, которые могут привести к травматизму и профзаболеванию или возникновению пожаров и взрывов.

Таковыми потенциально опасными и вредными факторами могут быть:

- действие паров канифоли, олова и свинца на организм монтажника при пайке;
- воздействие брызг и капель расплавленного припоя;
- ожог при соприкосновении кожи с раскаленным жалом паяльника.

От действия вредных паров можно защититься путем вентиляции помещения или применением специального вытяжного устройства.

Большинство компьютерной техники содержит бериллий, кадмий, мышьяк, поливинилхлорид, ртуть, свинец, фталаты, огнезащитные составы на основе брома и редкоземельные минералы [17]. Это очень вредные вещества, которые не должны попадать на свалку после истечения срока использования, а должны правильно утилизироваться.

Утилизация компьютерного оборудования осуществляется по специально разработанной схеме, которая должна соблюдаться в организациях:

1. На первом этапе необходимо создать комиссию, задача которой заключается в принятии решений по списанию морально устаревшей или не рабочей техники, каждый образец рассматривается с технической точки зрения.

2. Разрабатывается приказ о списании устройств. Для проведения экспертизы привлекается квалифицированное стороннее лицо или организация.

3. Составляется акт утилизации, основанного на результатах технического анализа, который подтверждает негодность оборудования для дальнейшего применения.

4. Формируется приказ на утилизацию. Все сопутствующие расходы должны отображаться в бухгалтерии.

5. Утилизацию оргтехники обязательно должна осуществлять специализированная фирма.

6. Получается специальная официальной формы, которая подтвердит успешность уничтожения электронного мусора.

После оформления всех необходимых документов, компьютерная техника вывозится со склада на перерабатывающую фабрику. Все полученные в ходе переработки материалы вторично используются в различных производственных процессах [21].

5.3.2. Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду

Процесс исследования представляет собой работу с информацией, такой как технологическая литература, статьи, ГОСТы и нормативно-техническая документация, а также разработка установщика SMD компонентов с помощью систем автоматизированного проектирования T-flex. Таким образом процесс исследования не имеет влияния негативных факторов на окружающую среду.

5.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

5.4.1. Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований и обоснование мероприятий по предотвращению ЧС

Согласно ГОСТ Р 22.0.02-94 ЧС - это нарушение нормальных условий жизни и деятельности людей на объекте или определенной территории (акватории), вызванное аварией, катастрофой, стихийным или экологическим бедствием, эпидемией, эпизоотией (болезнь животных), эпифитотией (поражение растений), применением возможным противником современных средств поражения и приведшее или могущее привести к людским или материальным потерям".

С точки зрения выполнения проекта характерны следующие возможные виды ЧС:

1. Пожары, взрывы;
2. Внезапное обрушение зданий, сооружений;
3. Геофизические опасные явления (землетрясения);
4. Метеорологические и агрометеорологические опасные явления;

Так как объект исследований представляет собой установщик SMD компонентов, работающий в программном приложении, то наиболее вероятной ЧС в данном случае можно назвать пожар в аудитории с серверным оборудованием. В серверной комнате применяется дорогостоящее оборудование, не горючие и не выделяющие дым кабели. Таким образом возникновение пожаров происходит из-за человеческого фактора, в частности, это несоблюдение правил пожарной безопасности. К примеру, замыкание электропроводки - в большинстве случаев тоже человеческий фактор. Соблюдение современных норм пожарной безопасности позволяет исключить возникновение пожара в серверной комнате.

- Согласно СП 5.13130.2009 предел огнестойкости серверной должен быть следующим: перегородки - не менее EI 45, стены и

перекрытия - не менее REI 45. Т.е. в условиях пожара помещение должно оставаться герметичным в течение 45 минут, препятствуя дальнейшему распространению огня.

- Помещение серверной должно быть отдельным помещением, функционально не совмещенным с другими помещениями. К примеру, не допускается в помещении серверной организовывать мини-склад оборудования или канцелярских товаров.

- При разработке проекта серверной необходимо учесть, что автоматическая установка пожаротушения (АУПТ) должна быть обеспечена электропитанием по первой категории (п. 15.1 СП 5.13130.2009).

- Согласно СП 5.13130.2009 в системах воздуховодов общеобменной вентиляции, воздушного отопления и кондиционирования воздуха защищаемых помещений следует предусматривать автоматически закрывающиеся при обнаружении пожара воздушные затворы (заслонки или противопожарные клапаны).

5.4.2. Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть при проведении исследований и обоснование мероприятий по предотвращению ЧС

При проведении исследований наиболее вероятной ЧС является возникновение пожара в помещении. Пожарная безопасность должна обеспечиваться системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями.

Под пожарной профилактикой понимается обучение пожарной технике безопасности и комплекс мероприятий, направленных на предупреждение пожаров.

Задачи пожарной профилактики можно разделить на три комплекса мероприятий:

- обучение, в т.ч. распространение знаний о пожаробезопасном поведении (о необходимости установки домашних индикаторов задымленности и хранения зажигалок и спичек в местах, недоступных детям);
- пожарный надзор, предусматривающий разработку государственных норм пожарной безопасности и строительных норм, а также проверку их выполнения;
- обеспечение оборудованием и технические разработки (установка переносных огнетушителей и изготовление зажигалок безопасного пользования).

В соответствии с ТР «О требованиях пожарной безопасности» для административного жилого здания требуется устройство внутреннего противопожарного водопровода.

Согласно НПБ 104-03 "Проектирование систем оповещения людей о пожаре в зданиях и сооружениях" для оповещения о возникновении пожара в каждом помещении должны быть установлены дымовые оптико-электронные автономные пожарные извещатели, а оповещение о пожаре должно осуществляться подачей звуковых и световых сигналов во все помещения с постоянным или временным пребыванием людей.

Также помещения должны быть оснащены средствами пожаротушения, а именно огнетушителями типа ОУ-2, ОУ-5 или ОП-5 (предназначены для тушения любых материалов, предметов и веществ, применяется для тушения ПК и оргтехники).

Согласно ПУЭ аудитория 208 4 корпуса ТПУ, относится к типу П-Па – пожароопасные (таблица. 21)

Таблица 21 - Категория помещения по пожароопасности

Категория помещения	Характеристика пожароопасной зоны
П-Па пожароопасные	Пространство в помещениях, в которых обращаются твердые или волокнистые, не переходящие во взвешенное состояние, горючие вещества, материалы.

Заключение

В ходе выполнения ВКР разработан установщик SMD компонентов на печатные платы для условий единичного и мелкосерийного производства. Установщик соответствует требованиям ТЗ. Был проведен обзор по научно-технической литературе и сайтам предприятий-производителей установщиков, выбран прототип, разработана структурная схема, схема электрическая принципиальная, разработана конструкция установщика, подобраны компоненты и программное обеспечение, произведена проверка системы управления перемещением головки по одной оси, разработана спецификация и технологическая карта сборки установщика. Также проведена оценка технологичности устройства и проведен расчет точности позиционирования и производительности установщика.

Была проведена оценка сравнительной эффективности конкурентных разработок с позиции ресурсоэффективности. Общим недостатком данных продуктов является высокая стоимость. По результатам исследования было решено, что разработка является актуальной и перспективной и имеет смысл продолжать исследования по данной теме.

Для комплексного анализа разработки и ее перспективности на рынке была использована технология SWOT. Были выявлены сильные и слабые стороны проекта, а также возможности и угрозы для дальнейших исследований.

Определена трудоемкость проведения работ. Ожидаемая трудоемкость работ для научного руководителя и инженера составила 98 чел-дней. Общая максимальная длительность выполнения работы составила 93 календарных дней.

Суммарный бюджет затрат НИР составил – 302 932,34 рублей.

Определена ресурсоэффективность существующих уже установщиков smd компонентов.

Список публикаций

1. Чубиков А.М. Установщик SMD компонентов своими руками. XI Международная студенческая научная конференция Студенческий научный форум – 2019.

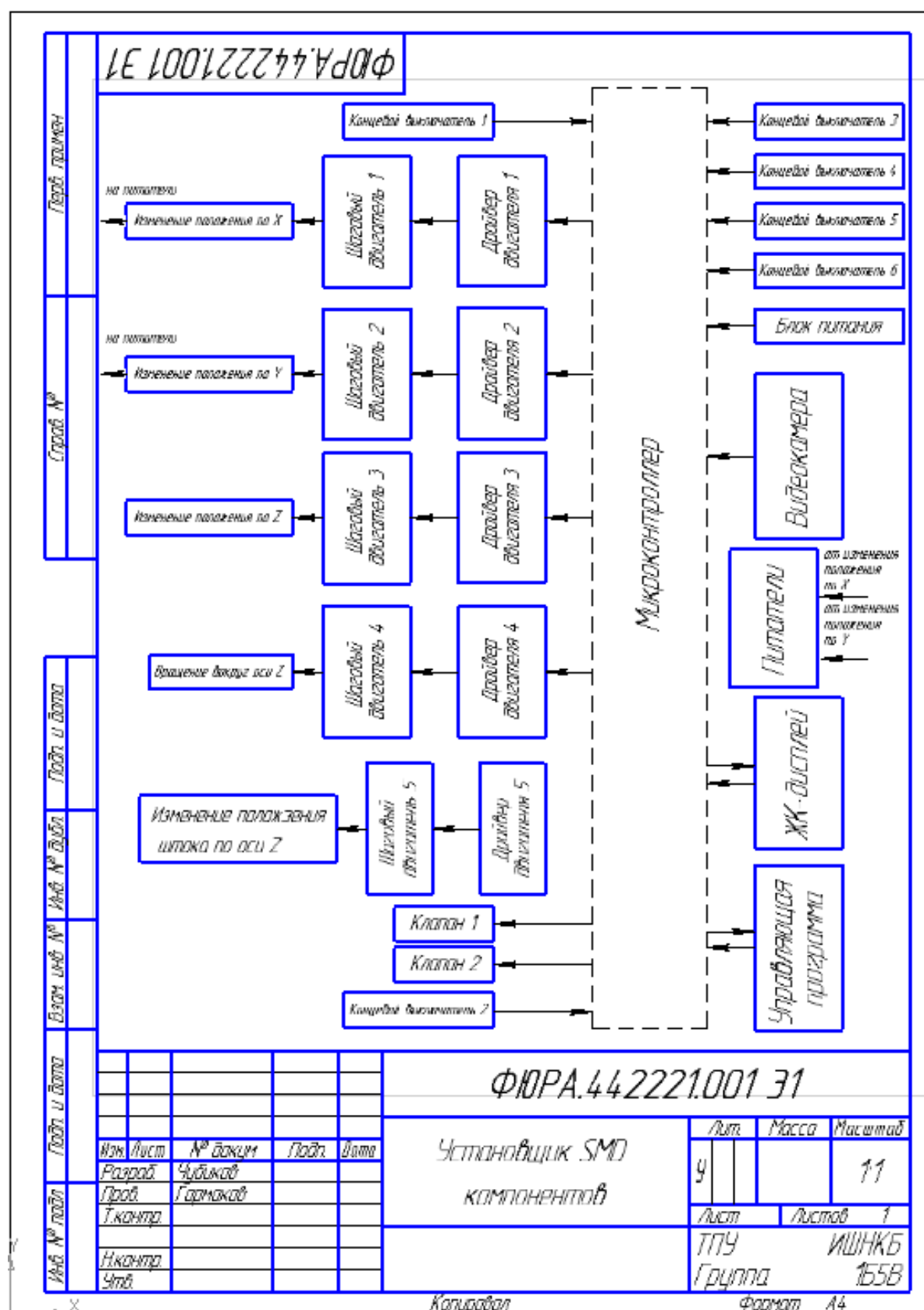
Список используемых источников

1. Интернет – магазин электроники [электронный ресурс]: <https://home.aliexpress.com>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. Дата обращения: 04.06.2019 г.
2. Установщик SMD компонентов CHMT36 [электронный ресурс]. URL: <https://eurasia-group.ru/catalog/oborudovanie/oborudovanie-dlya-raboty-s-pechatnymi-platami/oborudovanie-dlya-ustanovki-smd/ustanovshchik-smd-komponentov-chmt36/>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. Дата обращения: 04.06.2019 г.
3. Подключение шагового двигателя к Ардуино [электронный ресурс]. URL: <https://arduinomaster.ru/motor-dvigatel-privod/shagovye-dvigateli-i-motory-arduino/>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. Дата обращения: 04.06.2019 г.
4. Преимущества и недостатки ременной передачи для станков ЧПУ [электронный ресурс]: URL: <https://vseochpu.ru/remennaya-peredacha-dlya-chpu/>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. Дата обращения: 04.06.2019 г.
5. Программное обеспечение VisionBot [электронный ресурс]. URL: <https://hackaday.io/project/4518-visionbot-smt-pick-and-place-machines>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. Дата обращения: 04.06.2019 г.
6. Г.Д. Богачев, И.В. Букрин, В.И. Иевлев. Технология поверхностного монтажа. Автоматическая установка компонентов. Учебное пособие. Екатеринбург: изд-во уральского университета. - 108 с.
7. ГОСТ 1491-80 Винты с цилиндрической головкой классов точности А и В. Конструкция и размеры (с Изменениями N 1, 2).
8. Data Sheet 12864A . [Электрон-ный ресурс]. URL: <http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/88591/ETC/12864A.html>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. Дата обращения: 04.06.2019 г.
9. Алюминиевый уголок [Электрон-ный ресурс]. URL: <https://aluminiumpro.ru/alyuminievyj-profil/ugolok-r-profil-aljuminievyj/>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. Дата обращения: 04.06.2019 г.

10. Ramps 1.4 [Электрон-ный ресурс]. URL: https://3deshnik.ru/wiki/images/9/94/%D0%A1%D1%85%D0%B5%D0%BC%D0%B0_RAMPS_1.4.png, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. Дата обращения: 04.06.2019 г.
11. Производственный календарь на 2018 год: [электронный ресурс]: <http://www.consultant.ru/law/ref/calendar/proizvodstvennye/2018/>
12. А.И. Балашов., Е.М. Рогова., и др. Управление проектами. Учебник для бакалавров. «Юрайт». Москва 2013. – 383 с.
13. Ф.Н. Филина., И.А. Толмачёв. Всё об индивидуальном предпринимателе: [справочник]. - (3-е изд., перераб. и доп.). «Российский Бухгалтер» Москва 2009. - 504 с.
14. Методические указания по разработке раздела «Социальная ответственность» выпускной квалификационной работы магистра, специалиста и бакалавра всех направлений (специальностей) и форм обучения ТПУ, Томск 2019
15. ГОСТ 12.0.003-2015 Опасные и вредные производственные факторы. Классификация, 2015
16. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий, 2003
17. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы, 2003
18. СанПиН 2.2.4.1191-03 Электромагнитные поля в производственных условиях, 2003
19. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение, 2011
20. СанПиН 2.2.4.548–96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений, 1996
21. СН 2.2.4/2.1.8.562–96, Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки, 1996

22. ГОСТ 30494-2011, Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях, 2011
23. ГОСТ 12.4.124-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования, 1984
24. Пожарная безопасность серверной комнаты [Электронный ресурс] URL: <https://avtoritet.net/library/press/245/15479/articles/15515>, Дата обращения: 10.03.2019
25. Системы противопожарной защиты установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические, 2009
26. НПБ 105-03, Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности, 2003
27. Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 05.02.2018)
28. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя, 2017
29. правила устройства электроустановок. Седьмое издание, 2002
30. Специальная оценка условий труда в ТПУ. 2018.
31. Дашковский А.Г. Расчет устройства защитного заземления. Методические указания к выполнению самостоятельной работы по дисциплине «Электробезопасность» для студентов всех специальностей ЭЛТИ. Томск, изд. ТПУ, 2010. – 8 с.

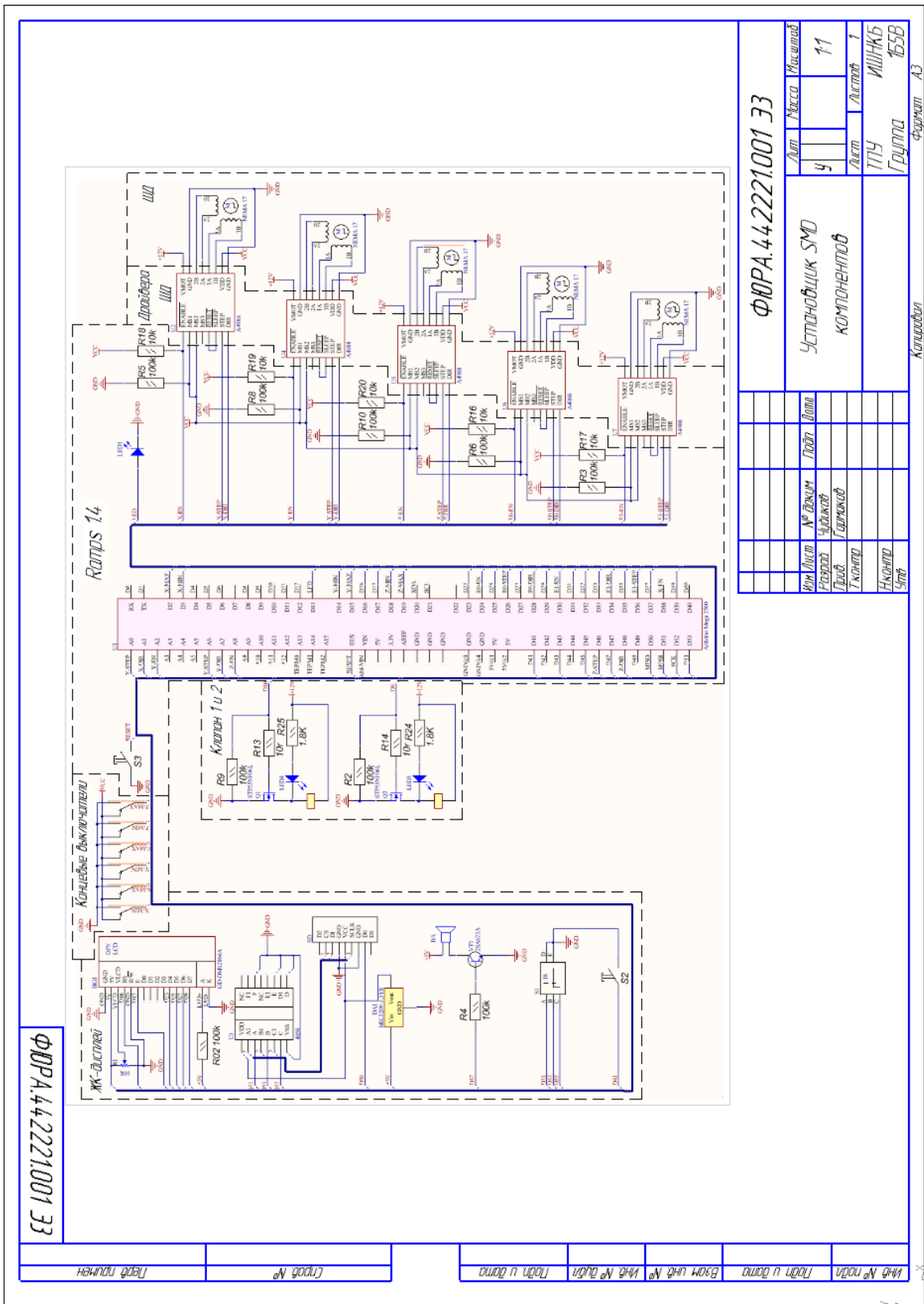
Приложение А
(Обязательное)
Структурная схема



Приложение Б

(Обязательное)

Схема электрическая принципиальная



ФЮРА.442221.001 ЭЗ		Лист	Масштаб
Установка СМД		4	1:1
Компоненты		Лист	Листов 1
		ИПУ	ИШКБ
		Группа	155В
		Формат А3	

Приложение В

(Обязательное)

Чертеж общего вида установщика

Приложение Г
(Обязательное)
Спецификация установщика

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
A1			ФЮРА_XXXXXXX.001 СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
		1	ФЮРА_XXXXXXX.001	Корпус	1	
		2	ФЮРА_XXXXXXX.002	Плата	1	
		3	ФЮРА_XXXXXXX.003	Кронштейн	4	
		4	ФЮРА_XXXXXXX.004	Направляющая 1	1	
		5	ФЮРА_XXXXXXX.005	Направляющая 2	1	
		6	ФЮРА_XXXXXXX.007	Кронштейн	1	
		7	ФЮРА_XXXXXXX.008	Лоток	1	
		8	ФЮРА_XXXXXXX.009	Планка	2	
		9	ФЮРА_XXXXXXX.010	Корпус камеры	1	
		10	ФЮРА_XXXXXXX.011	Пластина	4	
		11	ФЮРА_XXXXXXX.013	Ось	5	
		12	ФЮРА_XXXXXXX.014	Втулка	1	
		13	ФЮРА_XXXXXXX.014	Направляющая	2	
		14	ФЮРА_XXXXXXX.015	Шток	1	
		15	ФЮРА_XXXXXXX.016	Кронштейн	1	
				Стандартные изделия		
		16		Винт М2х5 ГОСТ 17473-80	16	
		17		Винт М5х13 ГОСТ 17473-80	8	
		18		Винт М5х8 ГОСТ 17473-80	8	
		19		Провод ПА-1 0,5 ГОСТ 6323-79	1м	
				ФЮРА. 442221.001		
ИЗ	Лист	№ докум.	1 копия	Лист	Листов	Листов
Разраб.	Чуриков					
Провед.	Гормаков				1	2
Т.контр.						
Н.контр.						
УТВ.						
				Установщик SMD компонентов на печатные платы		
				НИ ИИУ гр. 1Б5В		

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		20		Винт М3х6 ГОСТ 17473-80	11	
				Прочие изделия		
		21		Шаговый двигатель <u>Nema 17</u>	3	
		22		Муфта	1	
		23		Ось	4	
		24		Подшипник MR105ZZ	8	
		25		Направляющая	2	
		26		Шкив зубчатый	9	
		27		Ремень зубчатый	5м	
		28		Держатель	1	
		29		Питатель	2	
		30		Камера	1	
		31		Плата управления	1	
		32		Блок питания	1	
		33		Удлинитель - адаптер	1	
		34		ЖК-дисплей	1	
		35		Емкость	1	
		36		Антивибрационный коврик	4	
		37		USB кабель	1	
		38		Пружина	2	
		39		Каретка	1	
		40		Исполнительный механизм	1	
		41		Алюминиевая плата	1	
		42		Стяжки	2	
		43		Клемма	1	
		44		Стяжки	2	

Приложение Д

(Обязательное)

Технологическая карта сборки установщика

Дубл.														
Взам.														
Подп.														
Разраб.	Чубиков													
Провер.	Гормаков													
Принял.														
Утверд.														
Н.контр.														

«УТВЕРЖДАЮ»

«__» _____ 2019 г.

**Операционная карта процесса сборки установщика SMD компонентов
на печатные платы**

Проверил _____ / _____ /
подпись Ф.И.О.

Разработал _____ / _____ /
подпись Ф.И.О.

ТЛ	
-----------	--

										ГОСТ 3.1118-82			Форма 1		САПР	
Дубл.																
Взам.																
Подл.																
НИ ТПУ										[25:Изделие]		1		1		
Разраб.	[14:Разработал]	Чубиков А.М.			[9:НаимПредпр]			[25:НомСборки]			[25:НомКомДок]					
Проверил	[14:Проверил]	Гормаков А.Н.			[9:Заказ]			[25:НомДетали]								
Нормир.	[14:Нормировал]															
Метролог	[14:Метролог]															
Н.контр.	[14:НКонтроль]							[25:Деталь]								
М 1 [80:Материал]																
Код ЕВ МД ЕН Н.расх. КИМ Код заготовки Профиль и размеры КД МЗ																
М 2 [4:ЕВ] [7:МД] [6:ЕН] [7:НРасх] [5:КИМ] [17:Заготовка] [36:ПрофРазмеры] [5:КД] [7:МЗ]																
А Цех Уч РМ Опер. Код, наименование операции Обозначение документа																
Б Код , наименование оборудования СМ Проф. Р УТ КР КОИД ЕН ОП Кшт Тпз Тшт																
Маршрут процесса сборки																
01																
02	005 Коплектовочная															
03																
04	010 Подготовительная															
05																
06	015 Сборочная															
07																
08	020 Сборочная															
09																
10	030 Контрольная ОТК															
11																
12																
13																
14																
15																
16																
17																
18																
19																
20																
21																
22																
23																
24																
МК																

										ГОСТ 3.1118-82			форма 2		САПР	
Дубл.																
Взам.																
Подл.																
ТехноПро				[25:Изделие]				1				1				
Разраб.	[14:Разработал]	Чубиков	А.М.	[9:НаимПредпр]				[25:НомСборки]				[25:НомКомДок]				
Проверил	[14:Проверил]	Гормаков	А.Н.	[9:Заказ]				[25:НомДетали]								
Нормир.	[14:Нормировал]															
Метролог	[14:Метролог]															
Н.контр.	[14:НКонтроль]			[25:Деталь]												
А	Цех	УЧ	РМ	Опер.	Код, наименование операции				Обозначение документа							
Б	Код, наименование оборудования				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт	
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала				Обозначение, код				ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх			
01	005 Комплектующая															
02	1.Получить из комплектации детали и материалы согласно спецификации.															
03	ФЮРА.442221.ВО Установщик SMD компонентов на печатные платы															
04																
05	010 Подготовительная															
06	1.Получить детали и КД, изучить КД.															
07	2.Приготовить рабочее место, инструмент для сборки и монтажа.															
08																
09	015 Сборочная (Сборка основания)															
10	1. К стенке корпуса поз.1 закрепить блок питания поз.32 винтами поз.20, а также плату управления поз.30 и															
11	часть исполнительного механизма поз.41.															
12	2.Закрепить ЖК-дисплей поз.35 в корпус поз.1 винтами поз.21. (отвертка)															
13																
14	020 Сборочная (Сборка Плата с механизмом установщика компонентов)															
15	1.Установить пластины поз.10 на плату поз.42 винтами поз.17. (отвертка)															
16	2.Установить подшипники поз.24 в кронштейн поз.3.															
17	3.Установить кронштейн поз.3 на пластины поз.10.															
18	4.Установить шкив поз.27 на ось поз.24.															
19	5.Установить ось поз.12 и ось поз.24 в кронштейн поз.3, закрепить шкив поз.27 крепежным винтом															
20	(шестигранный ключ).															
21	6.Установить шкив поз.27 на оси поз.12.															
22	7.Установить муфту поз.23 на вал двигателя поз. 22.															
23	8.Установить двигатель поз.22 на плату поз.2.															
24	9.Закрепить плату поз.2 винтами поз.16 к корпусу поз.1, устанавливая муфту поз.23 на ось															
25	поз.24.															
26	10.Установить направляющие поз.14 в каретку поз.40 и закрепить крепежными винтами (шестигранный ключ).															
27	11.Установить каретку поз.40 в направляющие поз.26.															
28	12.Установить направляющие поз.26 в кронштейны поз.3 и закрепить их крепежным винтом (шестигранный															
МК																

ГОСТ 3.1118-82										Форма 16		САПР			
Дубл.															
Взам.															
Подл.															
ТехноПро				[25:Изделие]				2							
								[25:НомДетали]							
								[25:Деталь]							
А	Цех	УЧ	РМ	Опер.	Код, наименование операции				Обозначение документа						
Б	Код, наименование оборудования				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала				Обозначение, код				ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх		
01	ключ).														
02	13.Установить двигатель поз.22 на каретку поз.40, установить шкив поз.27 на вал двигателя и его крепежным														
03	Винтом (шестигранный ключ).														
04	14.Установить лоток поз.7, планку поз.8 на плату поз.42.														
05	15.Установить ось поз.24 в планку поз.8 и питатель поз.7, предварительно установив пружины поз.39														
06	и шкив поз.27 в оси поз.23.														
07	16.Закрепить камеру поз.31 в корпус камеры поз.9 и установить их на плату поз.42.														
08	17.Установить ремень зубчатый между шкивами поз.27, натянуть его и закрепить на каретке поз. 40 винтами														
09	(отвертка).														
10	18.Установить оси поз.12 и шкивы поз.27 на кронштейн для держателя поз.6, а также двигатель поз.22 вместе														
11	со шкивом на валу.														
12	19.Установить ремень зубчатый между шкивами поз.27, предварительно установив кронштейн для держателя поз.6														
13	на каретку поз.40 и закрепить винтами поз.21 (отвертка).														
14	20.Установить держатель поз.43 на кронштейн для держателя поз.6.														
15	21.Установить емкость поз.36 со штоком поз.15 в держатель с помощью стяжек поз.44 и закрепить ремень														
16	зубчатый поз.27 винтами (отвертка).														
17	22.Установить направляющую плоскую 1 и 2 установить на кронштейн поз.3 и каретку поз.40 соответственно.														
18	23.Установить питатели поз.30 на плату поз.42 и закрепить винтами (отвёртка).														
19	24.Произвести подключение двигателя и других электроустройств к плате управления поз.32 с помощью проводов														
20	поз.20, а также трубкой (часть исполнительного механизма поз.41) (отвертка).														
21	25.Установить плату поз.42 с механизмом установщика компонентов на корпус и закрепить винтами поз.19														
22	(отвертка).														
23															
24	025 Контрольная														
25	1. Проверка плавности перемещения каретки по направляющим.														
26															
27	030 Контрольная ОТК														
28	1. Провести проверку на соответствие комплекту документации, проверку комплектности.														
29	2. Провести внешний осмотр.														
30															
МК															